









ABHANDLUNGEN

DER

BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHE KLASSE

NEUNUNDZWANZIGSTER BAND

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XCII. BAND

MÜNCHEN 1924
VERLAG DER BAYER. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KOMMISSION DES G. FRANZ'SCHEN VERLAGS (J. ROTH)

Inhalt des XXIX. Bandes.



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 1. Abhandlung

Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens

III. Forschungen in der Baharije-Oase und anderen Gegenden Ägyptens

von

Clemens Lebling

Mit 16 Abbildungen im Text und 3 Tafeln

Vorgelegt am 21. Juni 1919

München 1919
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



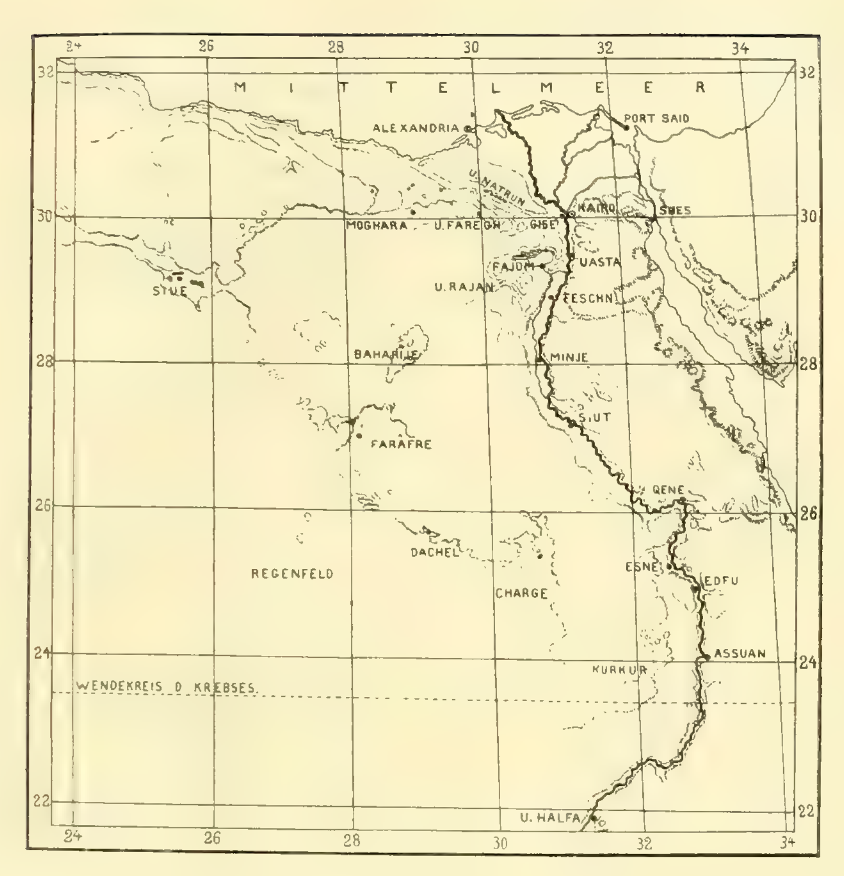


Abb. 1. Nach v. Stromer 1:11250000.

Einleitung.

Anlaß zu der Reise, deren Ergebnisse hier vorgelegt werden, waren die Saurierfunde Professor v. Stromers in der Baharije und Balls und Beadnells Beschreibung von eigentümlichen Störungsformen aus der gleichen Oase und aus anderen Gegenden Ägyptens — wodurch eine weitere Forschung sich empfahl. Die Anregung selbst hat Professor v. Stromer gegeben; die Mittel hat die Bayer. Akademie der Wissenschaften geliefert. Vertreter des Ägyptischen Museums, des Geologischen Museums und des Archaeologischen Institutes in Cairo haben bereitwillig alle Hindernisse beseitigt, die sich in Ägypten dem Reisenden entgegenstellen. Allen Herren, besonders Professor v. Stromer sei aufrichtig gedankt: besonderen Dank schulde ich auch dem Sammler Richard Markgraf[1]), aus dem Fajum, der durch mehrere Wochen mein Führer und Begleiter war, aber auch unmittelbar durch seine reiche wissenschaftliche Erfahrung mich unterstützt hat.

[1]) Inzwischen verstorben.

Die Reise ging Anfang 1914 nach kurzem Aufenthalt im Fajum nach SW über Gharaq und Wadi Rajan in fünf Tagen bis zur Baharije-Oase. Nach fünfwöchigem Aufenthalt dortselbt erfolgte die Rückkehr nach Minieh im Niltal; woran sich ein kurzer Besuch von Theben schloß. Hierauf wurden zehn Tage einer tektonischen Kartierung bei Cairo (Abu Roasch) gewidmet.

Die Baharije (= nördliche) oder kleine Oase — im Gegensatz zur südlichen, Großen Oase so genannt — liegt etwa 200 km südwestlich von Gharaq (Fajum) und ist ein bis 90 km langer, bis 35 km breiter, bis 150 m tiefer Kessel, eingelassen in die Eocäntafel der libyschen Wüste bis tief in den „nubischen Sandstein" hinab; die tiefsten Punkte liegen auf 120 m Meereshöhe. Zahlreiche Kegel- und Tafelzeugen erheben sich aus dem Kessel. An vier Stellen hauptsächlich finden sich Wasser und menschliche Wohnstätten. Dem nubischen Sandstein entstammen v. Stromers Dinosaurierfunde. Die Zone jener eigentümlichen Störungen zieht nordöstlich durch den Kessel und scheint dann in ähnlichen am NO-Ausgang desselben gelegenen Gebilden sich fortzusetzen. Ungefähr in derselben Linie liegt der Kreidebezirk von Abu Roasch, 250 km nordöstlich der Baharije, dessen Fossilien weithin bekannt sind, dessen tektonischer Bau jedoch trotz den Schilderungen Schweinfurths, Walthers und Beadnells noch nicht ausreichend beschrieben ist.

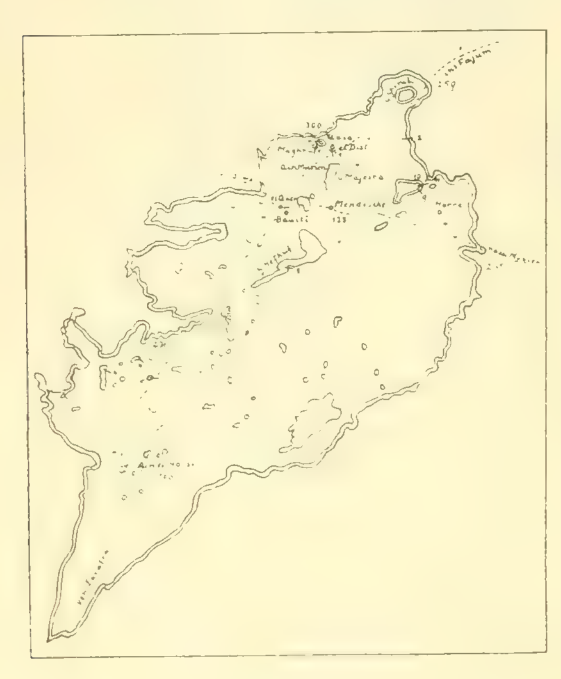


Abb. 2. Baharije-Oase 1:1000000 (Höhenkurven schematisch).

Soviel über Gründe, Verlauf und Örtlichkeit der Reise. Auf die Geschichte der Erforschung der Baharije brauche ich nicht einzugehen, da Ball und Beadnell[1]), besonders auch v. Stromer[2]), dies schon getan haben, wie auch das ältere Schrifttum in deren Werken schon zusammengestellt ist.

[1]) B. u. B., Baharia Oasis, its Topography aud Geology Surv. Dept. Cairo 1903.

[2]) v. Stromer, Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. I. Die Topographie und Geologie der Strecke Gharaq—Baharîje usw. Abh. K. B. Akad. d. Wiss. 1914, II. Wirbeltierreste der Baharîje-Stufe, 4 Teile ebenda 1914—17.

Inhaltsübersicht.

1. Beobachtungen auf dem Gebiete der Stratigraphie.

Übersicht der Formationen.

Rezent;	Eocän;
Pliocän und Diluvium;	Maastrichter (?) oder dänische Stufe;
Untermiocän;	Senon (santonische Stufe);
Unteroligocän (?);	Vracon- + Cenoman-Stufe.

I. Vracon- + Cenoman-Stufe.

(Nubischer Sandstein z. T., Stufe 7 B.'s und B.'s = Baharije-Stufe v. Stromers und mehr.)

Balls und Beadnells Stufe 7, bei v. Stromer Baharije-Stufe genannt, bildet den Grund der Oase und steigt auch an deren Wänden noch ziemlich hoch empor. Früher als nubischer Sandstein schlechthin bezeichnet hat sich die Schicht durch die Forschung der ägyptischen Geologen als ein Stoß aus zahlreichen Sandstein-, Ton-, auch Kalkbändern herausgestellt; Fossilien wie *Neolobites Vibrayanus, Exogyra Mermeti, flabellata, africana* sind durch Blanckenhorn (B. und B. 52 ff.) bestimmt und Knochenreste durch die Verfasser erwähnt worden. v. Stromer hat dann ein sehr sorgfältig ausgearbeitetes Profil des Gebel el Dist gegeben, der im nördlichen Teil der Oase liegt und die Stufe am mächtigsten entwickelt zeigt; damit verbunden sind zahlreiche wichtige palaeontologische Ergebnisse: Funde von großen Reptilien, von *Ceratodus, Onchopristis* u. a. Markgraf hat die Fundstellen weiter ausgebeutet, auch neue entdeckt und stratigraphische Angaben geliefert. Angesichts der Wirbeltierreste stellt v. Stromer „die Baharije-Stufe ungefähr jener von Djua (28° n. Br. südlich von Tunis) gleich — welche von Haug[1]) in dessen „Albien" eingereiht wird — hält sie aber auf Grund ihrer Wirbellosen *(Ostrea Rouvillei* und *aff. Delgadoi)* für etwas jünger als Albien und gleicht sie der Bellas-Stufe Portugals an. Die fluviomarine Natur der Baharije-Schichten wird erkannt und beschrieben.

Mir oblag daraufhin die Aufgabe, bestimmte Fazies' und Fossilhorizonte regional nachzuweisen und unwesentliche Lagen als solche auszuscheiden. Vor allem war auch das Verhältnis zu dem Hangenden aufzuklären. Ausgangspunkt war das Profil des Distberges; es wurde seitwärts verfolgt, solang es im wesentlichen gleichblieb und an kleinen Änderungen wurde die relative Wichtigkeit und Beständigkeit der einzelnen Lagen erkannt.

---

[1]) In Foureau, Documents scientif. Miss. sahar. 1905, Traité 1279.

1. So gelangen wir vorerst zur Aufstellung eines Faziesbezirkes im N, der den G. el Dist, den Nordrand der Oase bis südlich vom Gebel Ghorabi im O, bis nahe an die Hauptstadt Bauiti im W einnimmt. Hier ist die Stufenfolge (s. Profiltafel [I] Nr. 1):

Eocän		
Diskordanz		
obere hellere Tone, mit *Onchopristis (Gigantichthys) numidus* (selten) und Bänken mit Exogyren *(Rouvillei)*	bis 40 m	7a, b[1]
Hauptsandstein, gelblich, fossilleer, mit fluviatiler Schichtung	bis 20 m	7c
untere hellere Tone mit Plesiosaurierresten, Fischresten, Schildkrötenresten, *Ostrea Rouvillei, silicea, aff. Delgadoi,* Nymphaeaceenresten, Farnresten untere Lagen dunkler, mit Pflanzenspreu und kleinen Bändern mit Gastropodensteinkernen (wie im Liegenden)	rund 50 m	7d—i
farbige Wand, dunkle, meist schokoladebraun verwitterte Tone mit mehreren knolligen Eisenbändern, mit Gipsschnüren und -gängen, mit Krokodilresten und Gastropodensteinkernen (in kleinen Bändern)	rund 3 m	7k
dunkle Tone, meist braun, oft grün und grau, selten rot mit mindestens einem Dinosaurierlager und mindestens einem Conchylienband (*Exogyra africana*)	20 m	7l, m
Ceratodus-Schicht, dunkle Tone wie die hangenden, doch reicher an Sand, mit zahlreichen Eisenschnüren, mit *Ceratodus*, Hairesten, Krokodiliern, Testudinaten, Plesiosaurier- und Dinosaurierresten und mindestens zwei Exogyrenlagen, die gewöhnlich über den Wirbeltier lagen auftreten, sowie Farnrindenstücken	15—20 m	7n, o
dunkle sandige Tone wie im Hangenden, doch ohne *Ceratodus*[2]), mit großen Dinosauriern und Farnrindenstücken	mind. 12 m	7p

Hiezu ist zu bemerken, daß, ganz abgesehen von der oberen Grenze, keine der inneren Grenzen vollkommen stabil ist. Auch die Mächtigkeiten wechseln. Der Hauptsandstein zeigt Kreuzschichtung mit Einfallen der kleinen Lagen nach N oder NO und eine so unvollkommene Kornrundung, wie sie nie bei Dünensanden, sondern nur bei Flußablagerungen vorkommen kann.[3]) Auch die Schwankung der Mächtigkeit ist bei diesem Gestein besonders auffällig. Spuren von Landpflanzen kommen öfters in den Tonen vor und Lagen mit Landwirbeltieren wechseln mit Austernbänken. Es handelt sich um eine fluviomarine Ablagerung.

Verfolgt man die Ostwand des Oasenkessels vom Gebel Ghorabi nach S, so verschwindet gut 1 km südlich des Berges der Hauptsandstein. Bald aber setzt er wieder ein, mit NO fallenden Kreuzschichten, und Schicht auf Schicht fügt sich mit dem gleichen Fallen unten an, so daß das Ganze gegen S immer mächtiger wird und nahe dem zweiten Vorsprung der Ostwand wieder 9 m Dicke erreicht. Dieses Anschwellen gegen S, oder besser: dieses Auskeilen gegen N ist also durch Übergreifen der höheren Lagen über die tieferen, durch Abstoßen dieser an der unteren Grenzfläche verursacht. Man muß also auch mit dem Dasein kleiner Schichtlücken rechnen. Doch beobachtet man da, wo der Hauptsandstein dünner wird, eine Anreicherung des Sandes in den liegenden und hangenden Formen

[1]) v. Stromers Stufenbezeichnung.

[2]) Die Angabe von *Ceratodus* bei Stromer, S. 28, 7p, darf nach freundl. Mitt. Prof. v. Stromers nicht auf diese Abteilung bezogen werden.

[3]) Vgl. Stuntz und Free, Movement of Soil Material by the Wind. U. S. Dept. of Agric. Washington 1911. 69 f.

verbunden mit dem Auftreten von Kreuzschichtung: ein Gesetz beherrscht beide Gesteinsarten und unmöglich können größere Schichtlücken innerhalb einer solchen Einheit liegen. Soviel über diese Erscheinungen, die man eben nur in der Wüste weithin verfolgen kann.

An dem zweiten Vorsprung der Ostwand hat Markgraf auch ein wichtiges Dinosaurierlager gefunden, weswegen das dortige Profil wiedergegeben sei, obwohl es von denen im nördlichen Bezirk nur in der Mächtigkeit einigermaßen abweicht und obwohl von der gleichen Stelle schon ein Aufriß gezeichnet worden (B. u. B. T., VIII A, unsere Profiltafel, 2):

Hauptsandstein	7 m
grünliche Tone, gelegentlich mit Sandstein- oder Eisenbändern und Gipsschnüren .	9 m
farbige Wand	3 m
helle Tone	3 m
dunklere Tone mit sandigen und schwärzlichen Lagern	rund 12 m
braune feste Tone mit Pflanzenresten, eine eisenreiche Dinosaurierlage von rund 5 cm Dicke einschließend	4 + 3 m
graue Tone mit massenhaften *Exogyra africana* u. a. Bivalven und Gastropodenresten, *Ceratodus* und mit Eisenschnüren	6 m

Die Schichten zwischen Hauptsandstein und *Ceratodus*-Schicht sind hier weniger als halb so mächtig als am Gebel el Dist.

Noch weiter südlich, östlich des großen dreieckigen Tafelbergs im NW von Harra besteht fast die ganze Schichtfolge aus dunklen Tonen. Wir werden zuerst ein gegensätzlich gebautes Gebiet, im SW, aufsuchen und dann, über S, nach dieser Gegend zurückkehren.

2. Südlich und südwestlich des Gebel el Dist liegt ein breiter Landstreifen, in dem Markgraf fast überall Wirbeltierreste gefunden hat: es handelt sich meist um die *Ceratodus*-Schicht; deren Liegendes tritt leider nur selten hervor. Dann zieht man, Ain Murun rechts liegen lassend durch „Hattie" (Halbwüste) gegen S. Links erhebt sich der lange häßliche Gebel Majesra, von einer Decke intrusiver Basalt gekrönt. Unter dem Basalt kommen Baharije-Schichten zum Vorschein, die trotz der Nähe des Distprofils schwer zu gliedern sind; doch ist *Ceratodus* gefunden. Dann kommt man am Gebel Mandische vorbei, der wie jener gebaut ist, und nach Bauiti. Hinter dieser Hauptstadt bildet gelber und rötlicher Sandstein den Oasenboden. Dieses Gestein liegt tiefer als der Hauptsandstein (auf dem Wege Bauiti-Harra nimmt es Tonlagen auf). Auf dem Wege nach S hält der Sandstein lange aus. Nach Überwindung einer Halbwüste zwischen Gebel Hammad und Hefhuf, die die Quelle Umm el Efa in ihrer Mitte entspringen läßt, trifft man wieder Sandstein. Südlich der Wegteilung wechsellagert dieser mit grauen unt violetten Tonen. Am nordwestlichen Fuße des langgestreckten Zeugen, der von O her an den Weg tritt; wird diese Gruppe 15 m über dem Boden angetroffen (Profiltafel Nr. 7); sie scheint die tiefste Schicht der Baharije überhaupt zu sein. Die beiden nach S. führenden Wege steigen langsam und regelmäßig nach der gleichen Richtung an. Die Schichten scheinen parallel dem Weggefälle zu liegen; denn auch fernerhin bleibt man auf Sandstein, soweit nicht Sserir (Brockenwüste), das manchmal polygonal gezeichnet ist, eine Unterbrechung verursacht. Die höheren Teile des Profils haben sich inzwischen wesentlich geändert.

3. Vom Gebel Hefhuf, nahe Bauiti, bis zur Westwand der Oase nahe Ain el Haiß, zieht jene Reihe von Muldenzeugen, deren höchstes stratigraphisches Glied die Stufe 6 B.'s und B.'s ist, eine kalkreiche Schichtenfolge, wie sie im N nicht vorkommt. Wie ver-

halten sich die darunterliegenden Baharije-Schichten hier im S und wie verläuft die Grenze zwischen den beiden?

Wir beginnen die Untersuchung am Südwestende der Störungzone und nähern uns, nach NO fortschreitend, wieder der Gegend von Harra. Dort findet sich eine NO streichende Mulde, deren Westschenkel in die große Tafel übergeht; in deren Ostschenkel (bei dem westlichen „40" der Spezialkarte B's. und B's. T. VII und in der Schlucht westlich davon) ist folgende Schichtreihe zu sehen (Profiltafel I, 3):

dicke Kalklage, stellenweise mit zahlreichen Gryphaeen *(vesicularis)*,	
hellgrüne Tone mit gelblichem sandigen Kalk wechsellagernd, zu oberst hellgrüne Tone mit Geröllchen und *Gigantichthys (Onchosaurus) Pharao* Dames[1]): Grenze zum Senon	17 m
hellgraue und braune sandige Tone	9 m
sandiger Kalk, die Körner zu Kügelchen verkittet	rund 10 m
schmutzig-weißer Kalk	0,5 m
dunkelgrüne sandige, harte Tone	0,5 m
gelblicher sandiger Kalk	2,5 m
grünlich graue Tone	3 m
gelblicher sandiger Kalk	2,5 m
hell- und dunkelgraue Tone	4 m
gelblicher sandiger, dolomitischer Kalk	0,5 m
grober Sandstein	rund 4 m
bräunlicher im Bruche glänzender Dolomit mit eckig begrenzten Hornsteinen und (Kristallisations-?) Brekzienlagen	10 m
bunte Tone	5 m
gelber Sandstein	3 m
graue, hellverwitternde Tone mit einigen Limonit- und Sandsteinbändern	rund 15 m
Ceratodus-Schicht:	
obere dunkelgraue Tone	2,5 m
Gipsband	0,5 m
untere dunkle Tone mit Flossenstacheln, Knochenstücken und *Ceratodus*	3 m
limonitischer Sandstein, z. T. konglomeratisch, mit *Ceratodus*	3 m
helle grünlichgraue Tone mit dünnen Lagen von hellem oder gebräuntem Sandstein	mind. 20 m

Die hellen Tone unter und über der *Ceratodus*-Schicht sind wahrscheinlich festländische Ablagerungen; in den oberen sind (an den Zeugen 11 km nördlich von Ain el Haiß) Pflanzenreste gefunden worden: die unteren sind petrographisch gleichartig, und marine Fossilien fehlen beiden. Allerdings haben B. und B. an dem Zengen südöstlich von diesem Profil mehrere Arten von marinen Conchylien, auch Ammoniten gefunden; doch scheinen all diese einer dünnen Eisensandsteinlage zu entstammen. Der Gesamtcharakter der unteren Teile des Profils ist hier im S entschieden mehr festländisch als im N. Das weithin sichtbare Gipsband beweist, daß Gips nicht nur in Spalten sondern auch in Lagen im ägyptischen Cenoman vorkommt, was einen Schluß auf das damalige Klima erlaubt. — Schon etwa 25 m über der *Ceratodus*-Schicht liegt hier eine kalkige, leider fossilleere Schicht, die im N gänzlich fehlt. Noch mehr, in einer Höhe finden sich schon echt senone Fossilien, wo im N noch cenomane Fossilien liegen; am Gebel el Dist liegen 130 m Cenomantone über der *Ceratodus*-Schicht, hier liegt 85 m über der gleichen schon der senone *Onchosaurus Pharao*.

[1]) v. Stromer II, 4, S. 10.

Wir gehen gegen NO. Am nordwestlichen Ende des großen, langgestreckten Zeugen trifft man diese Folge (vgl. dies. Spezialkarte und Nr. 4 der Profiltafel):

„Eisenquarzit"	20 m
Brauneisen	6 m
gelber sandiger Ton	3 m
gelbe und rote Tone mit Eisenband	2 m
bräunliche und weißlich-grünliche Tone	3 m
gelblicher Sandstein	9 m
weißlich-grünliche Tone mit einer 50 cm mächtigen Lage gefalteter Steinsalzzüge	4 m

In diesem Profil entspricht — wie wir später genauer sehen werden — das Brauneisen dem Dolomit mit Hornstein und Brekzien des vorigen Profils, der darüberliegende „Eisenquarzit" jenen Ton-Kalk-Sandlagen. Aus dem Liegenden des Brauneisens sind die zwei durch gelblichen Sandstein getrennten weißlichen Tonlagen hervorzuheben, weil sie in jener Gegend ein weithin sichtbares Band bilden. Man darf sie aber nicht auf den hellen unteren und oberen Tonen des Nordens, noch den Sandstein mit dem Hauptsandstein von dort zusammenstellen. Das Auftreten von Steinsalz im Anstehenden ist wichtig; in den meisten Fällen hält man das Steinsalz der Wüste irrtümlich für anstehend, während es in der Verwitterungskruste steckt.

An einem Zeugen, der 5,5 km östlich von diesem Profil am westlichen Wege liegt, ist die Schichtfolge diese (Profiltafel, Nr. 5):

Brauneisen (= Hornsteindolomit),	
Tone mit Sandsteinband	12 m
Sandstein	rund 9 m
Tone	15 m
Sandsteine.	

Muldenzeuge 5 km ostnordöstlich von Profil 4 (s. Profil Nr. 6):

plattiger, schmutziggrauer Dolomit	
Kieseldolomit mit Gryphaeen und Geröllen (Knochenbett)	5 m
hellbraune Tone, schlecht aufgeschlossen	8 m
Hornsteinkalk	1,5 m
grünlicher sehr harter Sandstein	0,5 m
Hornsteinkalk mit Bivalvenresten	1,5 m
braune, limonitische Tone	rund 8 m
schmutzig-gelber Sandstein	1,5 m
roter und gelber sandiger Kalk	4 m
braungrüne und hellgrüne Tone	3 m
Hornsteinkalk	3 m
weißer, braun verwitterter Sandstein mit Kreuzschichtung	1,5 m
grüngelbe und hellgraue Tone	rund 4 m
sandiger brauner Hornsteinkalk mit schmutzig-grauen Wolken, in der Tiefe mit Kalkspat- in der Höhe mit Feuersteindrusen	rund 20 m
grüner Ton	rund 8 m
schmutzig-grüner Ton	2 m
schokoladenfarbener Ton	0,5 m
grünlich-gelber sandiger Ton	1 m
grüne, gelbe, braune sandige Tone	rund 30 m
grauer und gelber Sandstein	2 m
braune und grüne Tone mit Eisenkonkretionen	5 m
grauer und gelber Sandstein.	

3 km östlich davon, an dem eocänführenden Muldenzengen, sind nur die höheren Lagen sichtbar und diese recht undeutlich:

„Eisenquarzit" (umgewandeltes Knochenbett nebst Gryphaeenkalk),	
grünlicher Ton mit Konkretionen und Kieselhölzern, darunter braungrüne Tone ohne Fossilien und grüngelbe sandige Tone	rund 10 m
rötliches Kalkband	0,5 m
gelber Sandstein mit Kreuzschichtung	rund 3 m
Hornstein dolomit.	

Diese Folge entspricht genau der des Profils 3; wo dort *Gigantichthys*, da kommt hier das Kieselholz vor; die Kalkbänder sind hier auf eines zurückgeführt.

Es folgt der langgestreckte Zenge südlich vom Gebel Hefhuf (NW-Eck, s. Profiltafel, Nr. 7):

„Eisenquarzit" mit Geröllage,	
Brauneisen (= Hornsteindolomit)	2 m
gelber Ton	1 m
weicher, toniger Sandstein	rund 16 m
eisenschüssiger gelber Sandstein	15 m
der gleiche mit grauen und violetten Tonen wechsellagernd	mind. 15 m

Dann der Gebel Hefhuf selbst; hier haben schon die Vorgänger die Schichtfolge aufgenommen, hier sind die Kieselhölzer zum erstenmal gefunden worden[1]) (s. Profiltafel, Nr. 8):

schmutziggelber, nach oben hellerer Kalk,	
gelblicher Kalksandstein[2])	rund 8 m
Gryphaeenkalk mit *Gryphaea proboscidea* und *Ostrea semiplana* nach unten in Knochenbett mit Fischzähnen, Knochenstückchen und Quarzgeröllchen übergehend	5 m
gelblicher, splitteriger dolomitischer Kalk	rund 1 m
grauer Ton mit Kieselhölzern	rund 1 m
Sandstein mit limonitischen Lagen und konkretionären Kügelchen	3 m
schmutzigbrauner Plattenkalk	3 m
gelblicher, splitteriger dolomitischer Kalk	1 m
schmutziggrauer Sandstein	1,5 m
Hornstein dolomit	rund 20 m
helle und dunkle Tone und Sandsteine im Wechsel	30 m

Von hier aus gelangen wir zu den Fedjet el Harra nahe dem Punkte in der östlichen Oasenwand, den wir früher verlassen haben. Es ist erwähnt worden, daß die Oasenwand dort vom Boden bis hinauf zur Eocändecke aus Tonen aufgebaut ist. Um so mehr muß es auffallen, daß der große dreieckige Berg bei Harra westlich von jener Stelle genau dieselben Kalkbänder führt, wie das Gebiet, das eben betrachtet worden. Ein Profil an der Südseite, 0,5 km vom Osteck enthält Profiltafel, Nr. 9):

schmutziggelbe pelitische Nummulitenkalke	6 m
weißlicher, sandiger, barytisierter Kalk	7 m
Gryphaeenkalk mit Kalkspatdrusen	2 m
derselbe, nach unten in Knochenbett übergehend	1 m

[1]) B. u. B. 54, v. Stromer I, 31 f.

[2]) Fast alle hiesigen Kalksandsteine sind dolomitische, nicht Quarzsand-führende Kalke.

gelber Kalksandstein — nach oben in Knochenbett übergehend . . . . . 1 m
gelber sandiger Mergel . . . . 2 m
gelbbrauner, dunkel anwitternder Kalk . . . . 2 m
verschüttet (Ton?) . . . . 3 m
Hornsteinkalk mit eingesprengtem Hornstein und Kalkspat und pelitischen Lagen (wie Eocän) . . . . 15 m
rötliche und grünliche Tone . . . . 25 m
Ceratodus-Schicht mit Flossenstacheln, Ostreen, Eisen- und Gipsbändern.

Nördlich von diesem Profil, in der Bucht 1 km nordwestlich vom Osteck (Profiltafel, Nr. 10) beobachtet man:

bröckeliger, braun verwitternder Kalk mit eingesprengtem Kalkspat, wechsellagernd mit gelblichem pelitischen, leicht verwitternden Kalk, zuoberst mit Nummulitenkalk mit zahllosen Kalkspatdrusen . . . . 4 m
grünliche und rötliche, auch dunkelrote Tone . . . . rund 6 m
Kalk mit Kalkspatdrusen . . . . 1,5 m
grünliche und rötliche Tone . . . . 0,5 m
gelblicher pelitischer Kalk mit *Gryphaea proboscidea*, unbestimmbaren Gastropoden und Brachiopoden . . . . 0,5 m
Grünsand . . . . 0,2 m
brauner dolomitischer Kalk, dreimal mit Ton wechsellagernd, das oberste Band mit Knochenbett . . . . 3 m
helle, bunte sandige Tone mit drei dünnen, braunen Sandsteinbändern . . . 14 m
brauner Sandstein mit Kreuzschichtung . . . . 4 m
braunes Knochenbett . . . . 0,2 m
Sandstein, an der Basis mit Knochenresten . . . . 4 m
braunes Knochenbett . . . . 0,2 m
braune und grüne Tone mit Knochensplittern . . . . 1,5 m
brauner Sandstein mit senkrechten, durch Grünsand ausgefüllten Röhren . . . 0,3 m
braune und grüne Tone, mit Knochensplittern . . . . 3 m
helle Sandsteine und Tone, erstere oft auskeilend . . . . 2 m
hellbrauner Sandstein . . . . 1,5 m
hellbrauner Ton . . . . 0,5 m
farbige Wand mit Gips- und Eisenbändern . . . . 3,5 m
dunkelbraune und -grüne Tone . . . . 13 m
brauner Sandstein mit Eisenbändern . . . . 1,5 m
braune und grüne Tone, mit Brauneisenstückchen bestreut . . . . 3 m
an vorgelagertem Hügel, etwa 8 m tiefer, noch mehrere m Sandsteine und Tone.

Nordöstlich von hier bietet die Oasenwand (gleich nördlich des vorgelagerten Zeugen) folgende Schichtreihe dar (Profiltafel, Nr. 11):

sandiger brauner Kalk mit Nummuliten . . . . 6 m
hellere Tone . . . . 13 m
die gleichen, mit brauneisenreichen Bändern . . . . 2 m
Tone . . . . 2,5 m
Eisenknollenschicht mit Bivalvenresten . . . . 0,3 m
Tone, vorwiegend grün . . . . 6 m
Eisenknollenschicht . . . . 1 m
Tone . . . . 3 m
Krokodilsknochen und *Exogyra Rouvillei*
Tone . . . . 3 m
Sandstein, dunkel, tonig, mit Conchylienresten und Knochensplittern . . . 3 m
Tone . . . . 16 m

Ceratodus	
Tone	3 m
helle Sandsteine	2 m
Tone und Sandsteine wechselnd, unten auffallendes Sandsteinband	2 m
Tone	5 m
Ceratodus	
Tone	3 m
Ceratodus	

Dieses Profil verläuft O—W; von der Eisenknollenschicht an ist gegen S und abwärts folgendes zu beobachten:

Tone, in hübschen Stufen abstürzend	35 m
auffallendes, weithin aushaltendes Sandsteinband s. vor. Profil	0,5 m
Tone	5 m
unterster *Ceratodus* des vor. Profils	
Tone	5 m
Ceratodus, Knochensplitter, Flossenstachel.	

Das wichtigste, was die letzten Profile lehren, ist, daß die sämtlichen Kalk-Dolomitbänder, B.'s und B.'s Stufe 6, in Tone von der Art der tieferen Schichten seitlich übergehen. Würde man daran noch zweifeln, so kann man das nicht mehr, wenn man im Ostteil des dreieckigen Zeugenberges das Übergehen Schritt für Schritt am Gesteine selbst verfolgt. Der Übergang vollzieht sich in der Weise, daß eine größere Dolomitbank sich langsam in mehrere kleine zerlegt, ohne daß man vorerst einen andern Wechsel bemerkt als den morphologischen: daß Kehlen und Vorsprünge da entstehen wo eben noch eine glatte Wand aufgeragt. In den Kehlen liegt nun schon ein weicherer Stoff, von sandsteinartigem Aussehen: pelitischer Dolomit; gleich daneben geht dieser Stoff in helle rötliche und grünliche Tone über, wie sie hundertmal in der tieferen Abteilung beobachtet werden. B. u. B. (54, Anm., 59 f.) deuten schon ein gleichartiges Forschungsergebnis an, indem sie von dem untersten Kalkband vermuten, daß es ausdünne. Das Merkwürdige ist jedoch, daß auch der obere Dolomit in Tone übergeht. Würde man nicht im Eocän der Baharije die gleichen zwei Dolomittypen, das gleiche Übergehen derselben in Tone beobachten wie in den Kreidestufen, so würde man's nicht glauben, daß zwei durch eine beträchtliche Schichtlücke getrennte Dolomite an einem Ort zugleich in Tone übergehen. Die Vorgänger haben sich durch gemeinsame petrographische Merkmale so weit täuschen lassen, daß sie Faunen vermischten. Wir haben nunmehr die Grenze zwischen Cenoman- und santonischer Stufe mit anderen Mitteln zu ziehen.

Den untersenonen (santonischen) *Onchosaurus Pharao* haben wir in Tonen an der Basis des Gryphaeen dolomites gefunden (s. S. 8); dieselben Tone führen kleine Gerölle und festländische Kieselhölzer. In ihrem Hangenden liegt als unterste Lage des Gryphaeendolomites das phosphoritische Knochenbett mit Quarzgeröllchen. Andrerseits steigen die Cenomanfossilien öfters bis zur Höhenlage des *Giganticthys* empor. Sonach werden wir die Grenze in den Tonen unterhalb des Knochenbetts annehmen und die — jetzt Kieselhölzer, Geröllchen, *Giganticthys* enthaltenden — Tone als ursprünglich im Cenomanmeer abgelagert, dann trocken gelegt, z. T. abgetragen, von Bäumen bewachsen, dann wieder überflutet, durch Brandung umgelagert und mit Geröllchen versehen betrachten. Es gibt noch andere Knochenbetten, noch andere Konglomerate; doch dort treffen die meisten

Anzeichen einer Transgression, einer großen Schichtlücke zusammen. Es gibt keinen anderen Horizont der eher als Übergangszone gelten könnte als dieser.

Daß so viel Ähnlichkeit zwischen zwei altersverschiedenen Schichten besteht, kann nicht wundernehmen, da die Bedingungen der Ablagerung auf dem nordafrikanischen Schelf, solange dieses bestanden hat, fast immer die gleichen gewesen sind. Man vergleiche zum Beispiel die genaue und wertvolle Beschreibung oberägyptischer Senonschichten, die Leuchs[1]) gegeben hat; es sind immer wieder dieselben Gesteinstypen, die im nordöstlichen Afrika über- und nebeneinander liegen. Ein Grund dafür ist der Umstand, daß jedem zurückgetretenen Meere kein anderer Stoff für neue Sedimente zur Verfügung gestanden hat, als die nächstältere Schicht, da höhere Festlandsmassen sehr weit entfernt waren; so ist natürlich die neue Schicht der älteren sehr ähnlich geworden. Auch muß das Klima sehr lange gleichartig gewesen sein; immer wieder erscheinen Blättertone, Kieselhölzer, Austernbänke, aber auch dünne Gips- und Salzlagen, die im Verein auf ein feuchtes aber keineswegs aller ariden Züge entbehrendes Klima schließen lassen[2]).

Mit der Erkenntnis dieses Fazieswechsels läßt sich verschiedenes andere erklären. Vor allem verschwindet aus B.'s und B.'s Karte das Rätsel, warum das die Stufe 6 darstellende Grün am Oasenrand fehlt, nachdem es doch in Zeugen nahe an denselben herantritt: nicht die Stufe, aber die Fazies verschwindet. Es hebt sich auch der große Unterschied der Mächtigkeiten im N und im S auf, weil im S erheblich mehr zu der tieferen Schicht gehört, als man nach den Vorgängern glauben sollte. Auch erkennt man, daß im S und in der Störungszone der Hornsteindolomit ungefähr die Höhenlage des Hauptsandsteins des nördlichen Gebietes einnimmt; es wäre wissenswert, wie sich der seitliche Übergang vollzieht; bisher ist nur der Übergang von Dolomit in Ton beobachtet.

Von den Fossilien sind die Pflanzenreste in recht ärmlichem Zustande erhalten und nur zum kleinsten Teil bestimmt worden. Die Fundstellen sind:

unter und in der *Ceratodus*-Schicht Farnrinden (v. Stromer I, 28);
in der und um die Dinosaurier-Schicht des Profils Nr. 10 (T. I) Blätter und Früchte (?);
in hellen Tonen über *Ceratodus*-Schicht aus Hügeln 12 km nördlich von Ain el Haiss equisetenartige Reste;
etwa 10 m über der farbigen Wand des Profils Nr. 10 knochenähnliche Stammreste;
in hellen Tonen unter Hornsteindolomit 11 km nördlich von Ain el Haiss unbestimmbare Stengel und Spreu;
in Tonen unter Hauptsandstein am Gebel el Dist, vgl. v. Stromer I, 26.

Ob der Kieselholz-Horizont der das Cenoman krönt, mit seinen Fossilien zum Cenoman gehört, ist sehr fraglich, weil es sich um festländische Pflanzen, Nicolien, handelt, die irgendwann zwischen der Cenoman und der santonischen Zeit auf den cenomanen Tonen gewachsen sein können.

Bezüglich der meisten Wirbeltiere kann ich auf die vorläufige Übersicht in Stromer II, 1, S. 4 f. und dessen Beschreibung von *Libycosuchus, Spinosaurus, Onchopristis* (II, 2, 3, 4) verweisen.

[1]) Geol. Rundsch. V, 1914, 23 ff.

[2]) Vgl. Leuchs ebda, v. Stromer a. a. O. I, 50.

[3]) Leuchs a. a. O. vermutet, daß die Knochenbetten in aridem Klima durch Fischsterben entstanden seien — eine jedenfalls sehr beachtenswerte Erklärung dieser Gebilde.

Von sonstigen tierischen Fossilien müssen hinsichtlich stratigraphischer Gliederung besonders erwähnt werden:

(Vracon-Stufe):

Dosinia cataleptica Coqu.
Exogyra Delettrei Coqu.
Exogyra cf. Oudrii Th. u. Per.
cf. Cyprina Maresi Th. u. Per.
Cardium cf. miles Coqu.
Ceratodus Africanus und *minimus* Haug.

(Cenoman-Stufe):

Ostrea aff. syphax Coqu.
Ostrea aff. Delgadoi Coqu.
Neolobites Vibrayanus d' Orb.
Modiola sp.

(durchgehend):

Exogyra africana Coqu. (= *pseudoafricana* = *Mermeti* = *cf. Overwegi* = *cf. olisiponensis*, vgl. Pervinquière, Pal. tunis. II, hiezu v. Stromer I, 38).
Ostrea silicea Lam.
Liostrea Rouvillei Coqu.
Gigantichthys (*Onchopristis*) *Numidus* Haug.

Die erste Gruppe enthält Fossilien, die bis zu der farbigen Wand des nördlichen Profils, aber etwas über die *Ceratodus*-Schicht emporreichen, die zweite solche aus den höheren Lagen, die dritte durchgehende. *Neolobites Vibrayanus* ist ein gutes Leitfossil der Rotomagensis-Stufe, mit der das eigentliche Cenoman beginnt. Tiefer liegt an anderen Orten (Schweiz, Peru[1]) die Zone des *Mortoniceras inflatum* und *Turrilites* Bergeri, die von Renevier sogenannte Vracon-Stufe. Hier in der Baharije trifft man in diesem Horizont *Ceratodus Africanus* und *minimus* sowie *Gigantichthys Numidus*, die Haug — in Djua — ins Albien stellt. Letzterer Fisch findet sich aber auch in den oberen Baharije-Schichten, und da die begleitende Wirbellosenfauna einen echt cenomanen Charakter hat, während Formen des Albien fehlen, so dürfen wir in den Schichten unter *Neolobites Vibrayanus* die Vracon-Stufe vertreten sehen. Dies ist im wesentlichen das Ergebnis zu dem schon v. Stromer gekommen ist, in dem er seine Baharije-Stufe der Bellasstufe Portugals gleichgestellt hat. Anzumerken ist nur, daß Vracon- und Cenoman-Stufe hier nicht entschieden getrennt werden können, sondern im Gestein und durch manches Fossil miteinander verknüpft sind; ferner daß mit dem Dasein einer Schicht (ohne *Ceratodus*) unter der Vracon-Stufe gerechnet werden muß. — In Syrien entspräche der Vracon-Stufe die Zone des *Knemiceras Syriacum*, mit welcher Blanckenhorn[1]) das Cenoman einleitet; die dortige Fauna ist jedoch sehr unähnlich der unsrigen, weil vorwiegend europäisch. In Europa trifft man in dieser Höhenlage meist die bekannte subcenomane Lücke. In Bezug auf amerikanische Verhältnisse sei nochmals an die große Ähnlichkeit der peruanischen mit der afrikanischen Entwicklung erinnert.

[1]) Schlagintweit, Vracon und Cenoman in Peru. N. Jahrb. f. Min. usw. B.-B. 33, 1911.

[2]) Handb. reg. Geol. 1914, V. 4, 19 ff.

Zum Schlusse dieses Abschnittes muß einiges über die Wirbeltier-Schichten als solche und über deren Fossilführung und Ausbreitung gesagt werden.

Wir haben schon — mit v. Stromer — bemerkt, daß es sich bei diesen Schichten um ein fluviomarines Gebilde handelt. Es finden sich rein marine Glieder, die fossilleeren Kalke, die Austernbänke; es finden sich rein festländische (i. w. S.), das sind die diskordant-parallel geschichteten Flußsande des Hauptsandsteins und anderer Sandlagen, sowie die pflanzenführenden hellen Tone im SW der Oase. Zwischen beiden Gruppen vermitteln die meist dunklen kakaobraunen, grünen, grauen, roten Tone, die fast überall Knochentrümmer führen. Stets sind es Trümmer von Skeletten, nie kommen ganze Skelette vor, und schon deswegen kann man die Lagerstätte der Knochen als sekundär bezeichnen. Vielfach, besonders innerhalb der *Ceratodus*-Schicht, werden die knochenführenden Lagen von einer Austernbank unmittelbar bedeckt. Dies beweist uns ebenfalls, daß die Reste jener Landtiere sich nicht mehr da befinden, wo die Tiere gestorben sind — in festländischem Bereich, sondern daß sie in das Salzwasser hinausgeflößt sind. An solcher Auffassung ändert wohl auch die Tatsache nichts, daß Reste von Landpflanzen mit den Saurierresten im gleichen Bett lagern; jene müssen wie diese angeschwemmt sein. Häufig sieht man das Knochenlager durch Eisenlösung durchdrungen und gehärtet; die Verwitterungsschicht sieht dann von weiten schon dunkel aus, wegen der zahlreichen in ihr liegenden Limonitstückchen; morphologisch wirkt der Eisengehalt durch Herausbildung kleiner Terrassen. Andrerseits fehlt den Knochenschichten der Kalk vollständig und Sand ist in ihnen selten. Beim Suchen nach Fossilien findet man zuerst immer die *Ceratodus*-Zähne, dann die Knochensplitter und Flossenstacheln.

Die durch v. Stromer und mich nachgewiesene Erstreckung der knochenführenden Schichten ist noch nicht sehr groß. Doch da die Reste im wesentlichen in, oder gleich unter oder über der *Ceratodus*-Schicht liegen, diese aber einen weithin aushaltenden Horizont darstellt, so sind die Aussichten für weitere Ausgrabung nicht schlecht. Es scheiden freilich die Gebiete — als nicht „knochenverdächtig" — aus, welche von Sand, Ton, Rutschmassen bedeckt sind und fossilarm sind auch jene, in denen der Oasenboden ungewöhnlich hoch liegt[1]). Das Fußgebiet der Oasenwand aber ist auf jeden Fall der Platz für eine genauere Untersuchung; darüber kann an Hand der Profile B.'s und B.'s noch einiges ausgesagt werden. — Südlich der Störungszone haben jene Forscher im Westabsturz ein Profil aufgenommen (T. IV); die Gesteine scheinen nach Art und Mächtigkeit hauptsächlich dem Senon und dem oberen Cenoman anzugehören; die Knochenschicht läge hier unter dem Oasenboden. Gegenüber, an der Ostwand des südlichsten Oasenteiles (B. und B. T. VIII, Prof. F, G, H) reicht die Folge tiefer. Man geht nicht fehl, wenn man die tiefste Kalklage der dortigen Profile als dem Hornsteindolomit entsprechend ansieht, sofern jene nicht Gryphaeen und Knochenstücke führt. Prof. F gibt 60 m Sandstein und Ton unter dem tiefsten „Kalk" an und reicht wohl in die *Ceratodus*-Schicht hinab. Die weiter nördlich durch den Osthang gelegten Profile E, D, C (B.'s und B.'s) liegen mit ihrem Fuße höher; ein benachbarter großer, verkieselter Tafelberg hat die Abtragung behindert und kein Knochenrest dürfte hier zu finden sein. Prof. B. greift wieder tiefer hinab und ist knochenverdächtig. Weiter nördlich aber lagert eine große Menge Sandes, langsam gegen O steigend.

[1]) Vgl. B. und B. T. I, III, VII.

und darunter sind wohl die Knochenschichten begraben. Nur beim Aufstieg zum Minieh-Wege erscheint am Fuße der vorgeschobenen Bastion nochmal eine dunkle Schicht, in der ich bei flüchtigem Besuche allerdings nichts gefunden habe; dagegen fand sich hier in sehr großer Höhe, rund 15 m unter dem Eocän, ein Wirbelstück. Das Innere des großen Kessels müßte, soweit nicht durch jüngere Gebilde bedeckt, genau abgesucht werden. Das leichte Hin- und Herwogen der Schichten im Verein mit dem Fehlen einer genauen topographischen Karte macht hier vorläufig jede Vermutung über das Fehlen oder Vorkommen von Knochen zwecklos.

II. Senon (santonische Stufe).

Die senone Schicht liegt in den höheren Teilen der Oasenwand und zahlreicher Zeugen; in einem kleinen, nördlichen Teil der Baharije fehlt es, ausgekeilt zwischen Cenoman und Tertiär (s. B.'s und B.'s geologische Karte).

Als untere Grenzschicht haben wir die Tone mit den Kieselhölzern, die Schuster[1]) als zu

Nicolia Oweni Carr.

gehörig bestimmt hat, angenommen. Eben darin findet sich

Gigantichthys (Onchosaurus) Pharao Dam.[2]) (Sägezahn).

Darüber folgt meist unmittelbar das Knochenbett, aus dem v. Stromer Zähne von Lamniden, Ptychodus, Pycnodonten, von Isistius (Scymnus)-artigen und von Rochen bestimmt hat; die Knochenstücke selbst erlauben keine Bestimmung weil zu klein[3]).

Untrennbar vom Knochenbett ist der Gryphaeendolomit, der

Gryphaea proboscidea d'Arch. (in Massen).
Alectryonia semiplana Sow.
Trigonia cf. scabra Perv.

führt. B. u. B. geben noch mehr Fossilien an; es bleibt jedoch unklar, wie viele davon wirklich aus der santonischen Schicht stammen, die sie ja in anderer Weise begrenzen (a. a. O. 55); *Pachydiscus peramplus* gehört wohl sicher hieher.

Auf dem Gebel Hefhuf, der das vollständigste Profil dieser Reihe zeigt, liegen über dem Gryphaeendolomit noch rund 8 m eines gelblichen Kalksandsteins (s. S. 12 und Profil 8 und v. Stromer I, 31), noch höher schmutzig-gelbe, nach oben hellere Kalke, welch letztere aber vielleicht schon zu einer jüngeren Stufe gehören. Ich habe wegen Ausreißens der Fellachen die Obergrenze an anderen Orten leider nicht untersuchen können.

In petrographischer Hinsicht ist nur weniges zu erwähnen. Die Tone gleichen vollkommen denen des Cenoman, nur daß sie gelegentlich (Taf. I, Prof. 3) Gerölle führen. — Die Knochenbetten sind sehr merkwürdige Gebilde, da sie bei großer horizontaler Ausdehnung und sehr geringer Mächtigkeit doch stets konglomeratisches Wesen zeigen. In einer schmalen Brandungszone können sie nicht entstanden sein; man möchte annehmen, daß sie auf einem fast ebenen Schelf unter einer dünnen, stets bewegten Wasserschicht

[1]) Svenska Vet. Hand. 45, 1910.
[2]) s. Dames, Sitzb. Ges. naturf. Freunde 5, Berlin 1887.
[3]) Analyse des Knochenbetts in Phosph. Deposits of Egypt, Survey Dept. Cairo 1905, 2.

sich niedergeschlagen haben — dagegen spricht aber wieder das Vorkommen von Quarzgeröllchen in ihnen. — Der Gryphaeendolomit muß, auch aus praktischen Gründen, mit dem Hornsteindolomit des Cenomans verglichen werden. Er ist im Gegensatz zu diesem fossilreich, zum mindesten in einer Lage. Er enthält zahlreiche gerundete Drusen, die mit Kalkspat oder Feuerstein erfüllt sind; endogene Brekzien und eckig begrenzte Feuersteine, wie die der andere Dolomit führt, fehlen ihm. Füllt Kalkspat die Drusen, so sind die Fossilien kalkig oder ausgelaugt; liegt Feuerstein in den Drusen, so sind die Fossilien verkieselt. Daß der Dolomit seitlich in Tone übergeht, ist schon erwähnt und aus den Profilen ersichtlich; leider fehlen noch Fossilien aus solchen Tonen.

Die Mächtigkeit der gesamten Folge erreicht 25 m.

Ihr Alter ist durch *Gigantichthys Pharao* und *Alectryonia semiplana*, die beide in Abu Roasch bei Cairo vorkommen [1]) gleich dem der dortigen Ostrea- und Plicatulaschichten, somit einwandfrei als santonisch bestimmt.

III. Maastrichter (?) oder dänische Stufe.

Über den santonischen Gesteinen liegt fern vom Oasenrand ein Kreidekalk (Chalk). Ich habe das Gestein nicht besucht. Vielleicht gehören ihm die obersten Kalke des Gebel Hefhuf zu. Daß zwischen dem santonischen und dem hangenden Gestein eine stratigraphische Lücke besteht, ist als sicher anzunehmen; denn kein Leitfossil der campanischen Stufe ist aus dieser Gegend bekannt; dagegen erwähnen B. u. B. (33) große Mengen von faserigem Calcit an der Basis eines Vorkommens von kreidigem Kalk — also eine nicht ungewöhnliche Transgressionserscheinung.

Neben unwichtigeren geben B. u. B. folgende Formen an:

Exogyra Overwegi Buch.
Pecten Farafrensis Zitt. (= *obrutus* Conr.) [2]).
Corax pristodontus Agass.

Es ist ein in Ägypten weit verbreiteter Horizont; die Fachgenossen sind sich nicht ganz einig über dessen Alter (Zittel, Palaeontogr. 30, v. Stromer I, 50, Haug, Traité 1335 ff.) in der Baharije. Doch kann es sich nur darum handeln, ob er in die dänische Stufe allein oder auch in die Maastrichter gehört. Betont muß werden, daß die Fazies des Kreidekalks auch im Eocän vorkommt.

IV. Eocän.

1. Anmerkung über die Grenze zwischen Kreide und Tertiär in Ägypten. Die Gegend von Theben in Oberägypten scheint eine der wenigen Örtlichkeiten zu sein, wo Kreide und Tertiär ohne Lücke in einander übergehen. Es liegen dort graue Mergelschiefer, welche die nach Blanckenhorn und Oppenheim oberkretazischen (dänische Stufe) Fossilien *Aturia praezigzag* und *Cinulia Ptahis* führen und nach oben ganz regelmäßig und ziemlich rasch heller werden, Kalkbänder aufnehmen und in einen kreidigen

[1]) Dacqué, Palaeontogr. 30, 354.
[2]) Blanckenhorn, Zeitschr. d. g. Ges. 1915 — 187 ff. —.

Kalk übergehen, der dann bald Eocänfossilien führt.[1]) Ich habe auch einen Ort in einiger Entfernung von Theben besucht, Schaghab am östlichen Nilufer 25 km südlich von Luksor und dort das gleiche gefunden; über 20 m grauen Schiefers folgen mit allmäligem Übergang kreidige Schiefer, etwa 40 m mächtig, hierauf ein kreidiger, harter Kalk mit zahllosen Nummuliten und mit Feuersteinen, dem weiterhin noch einige dünne Lagen jenes weißen kreidigen Schiefers eingeschaltet sind (s. Abb. 3).

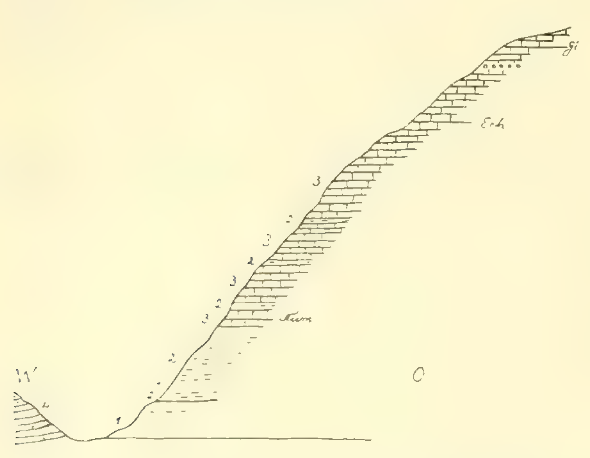


Abb. 3. Kreide-Eocänfolge bei Schaghab (Luksor) 1 graue Mergelschiefer, 2 weiße kreidige Mergelschiefer, 3 kreidiger harter Kalk mit „Num" = Nummuliten, „Ech" = großen Echinolampas, „Gi = großen Gisortien 4 Diluvium. 1:4000.

Keine Spur von Diskordanz ist zu sehen; alles deutet auf allmäligen Übergang unter Wechsellagerung der zwei entgegengesetzten Gesteine, des grauen Mergels (Kreide) und des weißen Kalks (Eocän). Beadnell[2]) hat östlich von Esneh, Leuchs[3]) in Chargeh dasselbe gefunden, freilich auch ohne palaeontologische Bestätigung. Wir haben folgende Anhaltspunkte zur Altersbestimmung; nach Hume[4]) hebt sich bei Kilabieh (Esneh), südlich von Luksor und Schaghab, unter Mergelschiefern, die von Eocän überlagert sind, ein Kreidekalk mit der Fauna des Chalks (*Echinocorys vulgaris* Les. u. a., s. vor. Abschnitt) heraus; allem Anschein nach sind diese Schiefer dieselben wie jene bei Luksor, die *Aturia praezigzag* führen. Das Eocän führt *Conoclypeus Delanouei* Lor., *Linthia cavernosa* Lor., *Operculina libyca* Schw., eine Gesellschaft, die Blanckenhorn, Oppenheim, Hume u. a. ins Untereocän stellen. Das Untereocän Ägyptens ist faunistisch schwer vom Mitteleocän zu trennen; immerhin liegt es unterhalb der Gizehensis-Stufe, in der das eocäne Meeresleben die Spuren seiner höchsten und breitesten Entwicklung hinterlassen hat und die ohne Zweifel dem Typus des Eocäns, dem Pariser Grobkalk und seinen Verwandten im Alter gleichzusetzen ist. Die ganze hiesige Schichtfolge zwischen der Grobkalk- und der santonischen Stufe in all die Abschnitte wie Untereocän, Paleocän, dänische und Maastrichter Stufe und deren zahlreiche Unterabteilungen einzuordnen, können wir unterlassen, solange Schematismus und Begeisterung für individuelle Nomenklatur eine einheitliche und einfache Bezeichnungsweise verhindern[5]); zum mindesten muß erst mit dem Verfahren gebrochen werden, das kleine örtliche Forma-

[1]) Vgl. Blanckenhorn, Zeitschr. d. g. Ges. 1900, 33 ff.; ders. Sitz.-Ber. bayer. Ak. 32, 1902; Hume, Qu. Journ. 67, 1911, 124 ff., 131.

[2]) Qu. J. 61, 1915.

[3]) Geol. Rundsch. 1914, 23 ff., Neues Jahrb. f. Min. 1913, II, 39 ff.

[4]) Qu. J. 1911, 126 f.

[5]) Vgl. z. B.: libysche Stufe Zitt. = Untereocän nach Zittel = Paleocän oder „Eonummulitique" (Montien + Thanetien + Lodninien nach Haug, = Danien + Paleocän + Untereocän nach Frech (Zeitschr. d. g. G. 1916, 124); Besprechung der Streitfragen bei Oppenheim, Centralbl. f. Min. usw. 1917.

tionen wie das Paleocän, auch das Untereocän (in der Kreide das Turon) auf eine Rangstufe mit wichtigen stellt — im allgemeinen: mit der „französischen Schablone“.

2. Übergreifen von Untereocän in der Baharije. Als Kesselrand und als Bekrönung einzelner Zeugenberge liegt auf Cenoman- und Senonkalken und -tonen das Untereocän; nur im Südwestteil der Oase fehlt es (s. B. u. B., geol. Karte). Es beginnt einmal mit Grundkonglomerat aus örtlichen Geröllen, das andremal ohne solches, meist mit Konkretionsbildung in den liegenden Tonen. Die Fazies des Liegenden, verschiedenfarbige Tone in Wechsellagerung mit gelbbraunen Kieseldolomiten wird durch die untersten Lagen häufig nachgeahmt. Deutliche Schichtendiskordanz ist örtlich nicht wahrnehmbar außer am Gebel Ghorabi, wo flachgewellte Cenomantone von horizontal gelagertem Eocän bedeckt sind. Die petrographischen Eigenschaften und die Fossilführung entsprechen so weit dem normal auflagernden Eocän anderer Orte, daß ein wesentlicher Ausfall basaler Eocänschichten nicht angenommen werden muß; nur die Mächtigkeit scheint geringer zu sein als anderswo.[1]) (Vgl. hiezu Abb. 4, 5.)

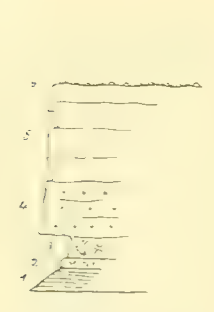


Abb. 4. Übergreifen von Untereocän auf dem Gebel Qasa. 1 helle Cenomantone (bis 37 m über dem Hauptsandstein), 2 Brekzie aus *Exogyra Rouvillei* des Cenoman, 3 Cenomanton mit Kalkkonkretionen und Geröllen, 4 Kalk mit *Nummulites Ramondi*, Löchern und Geröllen 5 gelber dolomitischer Kalk mit zahlreichen eocänen Fossilresten, 6 Brocken des gelben Kalks und Flugsand. 1:400.

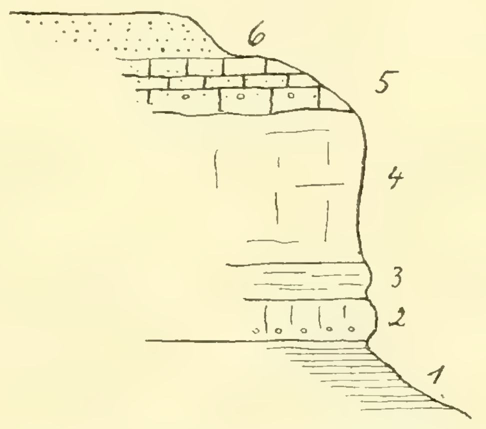


Abb. 5. Übergreifen von Untereocän auf dem Gebel Maghrafe, 1 graue und rötliche Cenomantone (bis 31 m über dem Hauptsandstein), 2 gelber Kalk mit kleinen Kalkgeröllen; 3 braune tonige Kalke mit eocänen Fossilresten, 4 gelber dolomitischer Knollenkalk, 5 dichter heller Kalksandstein mit Quarzgeröllchen (Unteroligocän), 6 grober grauer Sandstein (Unteroligocän wie vor.). 1:400.

3. Übergreifen von Mitteleocän in der Baharije. An einer einzigen eng umschriebenen Stelle, nämlich auf einem großen Muldenzeugen nördlich von el Haiß findet man mitteleocäne Mergel der oberen Mokattam-Stufe mit *Carolia placunoides*, *Ostrea elegans*, nach B. und B. auch *Nummulites Beaumonti* und *sub-Beaumonti*, *Porocidaris Schmiedeli* u. a. einige m mächtig über Kreidesandstein, unter einem Kalkkonglomerat, schlecht aufgeschlossen.

[1]) S. bes. Blanckenhorn, Zeitschr. d. g. G. 1900, 403 ff., Ball und Beadnell a. a. O., 58 ff., Hume Q. J. 1911, 131 ff., v. Stromer a. a. O. I, 51 ff.

4. Zur Kenntnis des Eocäns der Baharije und Umgebung kann ich im übrigen nur kurze Angaben beitragen.[1])

Zu tiefst liegen wie erwähnt, braune oder gelbe dolomitische Kalke, oft knollig oder löcherig, mit Kiesel- oder Kalkkonkretionen und damit kaum von jenen beiden Kieseldolomiten des Cenomans und Senons zu unterscheiden; sie führen oft Brekzien und Gerölllagen aus Kalk, Quarz, Feuerstein und wechsellagern meist mit Tonen, die wie Kreidetone aussehen. Eine örtliche, bei Harra auftretende Fazies ist Barytsandstein, der wohl durch thermale Einwirkung aus Dolomit entstanden ist. An Fossilien fanden sich:

Operculina libyca Schw.
Nummulites Ramondi Defr.
Lucina Mokattamensis Opp.
Pecten sp.
Scalaria sp.
Gisortia sp.
Siliquaria cf. cretacea Wann.
Turritella cf. imbricataria Lam.
Turritella cf. interposita Desh. u. *div. Gastrop. gen.*
Nautilus sp.

Die Schicht kann nicht sehr mächtig sein, da sie in der Wüstentafel nicht sehr ausgedehnt erscheint.

Das gleiche gilt von den darüber folgenden Gesteinen. Im Osten der Oase kommt stellenweise kreidiger Kalk vor aber gewöhnlich nur in Wechsellagerung mit anderen Kalken. Diese — grauen oder weißen — fossilleeren Kalke scheinen im N und W vertreten zu sein von gelben, rötlichen, violetten, auch weiß-gelb-rot gesprenkelten Kalken. Auch am Fajumweg (nördlich von Garet el Homra) zeigen sich solche, hier ausnahmsweise mit Fossilien: *Cassidulus* sp. und kleine Echinolampaden.

Dann folgen Nummulitenkalke von verschiedener Farbe und Fazies: kreidig, zellig, weiß, grau, stets rein kalkig, nicht dolomitisch noch kieselhaltig. Es ist der Hauptnummulitenhorizont (Untermokattam-Stufe) den man immer antrifft, wenn man vom Oasenrand nach außen fortschreitet; eine seltenere Varietät ist oolithisch, man trifft sie gleich östlich der Bahr-Region des Weges nach Minieh und westlich von jenen Seeigeln am Fajumwege. Die gesamte Stufe besitzt trotz ihrer großen Ausdehnung — als Panzerhemd der Wüstentafel — in der Nähe der Baharije keine beträchtliche Mächtigkeit, sie erreicht mit dem Untereocän zusammen schwerlich 60 m Dicke, also viel weniger als in anderen Gegenden Ägyptens. Fossilien von besonderer Wichtigkeit sind beim raschen Durchreisen nicht gefunden worden.

Höher liegt ein ebenfalls weit verbreitetes Gestein, das wiederum Feuersteine führt: die Haupt-Gisortien-Schicht mit ihren zahlreichen Molluskenresten: verkieselte Stücke von *Echinolampas africanus* Lor. gehören wohl auch hieher. Besonders schön sieht man die Gisortien-Schicht auf dem Wege Baharije-Minieh östlich der Abu-Moharriq-Düne; sie lagert dort als 7 m mächtiger schneeweißer Kalk über einem gelblichen Kalk und unter dem mergeligen hier rosenfarbigen Carolienhorizont (Obermokattam-Stufe), in weithin sichtbaren Tafelbergen.

[1]) Vgl. B. u. B. 58 ff., Hume a. a. O. bes. 138, v. Stromer I, 51 ff.

Die Mergel mit häufigen Carolien, Qerunien, Turritellen, *Ostrea Fraasi* Meyer-E., Nautilen schließen die Eocänreihe; sie sind, weil weniger wiederstandsfähig, von der Abtragung in fetzenartige Bereiche aufgelöst, die jedoch noch erhebliche Ausdehnung besitzen. Hieher gehört das (unter 3 erwähnte) Vorkommen in der Baharije, das nordwestlich desselben (vgl. Abb. 7) und jenes vom Bahr el Uah.

V. Unteroligocän (?).

B. und B. erwähnen unter „Oligocene?“ eine Eisen- und Quarzitformation, die im Oasenkessel übergreifend auf der Kreide lagere und in einem die Oase erfüllenden See abgelagert worden sei; sie stellen diese Schichten dem Alter nach auf eine Stufe mit der oligocänen Gebel-Achmar-Formation. Eine solche Eisen- und Quarzitformation ist in Wirklichkeit nicht vorhanden: die Verfasser haben eine von Basalt ausgehende Beeinflußung der sämtlichen älteren Gesteine (Kreide und Eocän) mißkannt: die Eisen- und Quarzitformation besteht aus umgewandelten älteren Gesteinen; Nummuliten im Brauneisen des Gebel Ghorabi. Gryphaen und Knochenbett in gebräunten und verkieselten Dolomiten des Südwestens beweisen das.

B. und B. (22 ff., 26, 29) erwähnen von den Wegen zwischen Baharije und dem Niltal noch andere Schichten jüngeren Alters: Sandsteine mit Schrägschichtung, Kalk-Kieselkonglomerate, calcareous grits = mit Kalk verkittete Gerölle und Sandkörner und halten sie für obereocänen oder oligocänen Alters.

Hume (142) bespricht gleichartige Gesteine, rechnet zu diesen auch tonige Sande und Kalke und erkennt deren weite Verbreitung. Das Alter bestimmt er nach Beadnell[1]) als das der Qatrani-Stufe des Fajums, welches nach Barron[2]) und v. Stromer (I, 55) höchstwahrscheinlich gleich dem der Gebel-Ahmar-Stufe, d. h. unteroligocän ist. Man vermißt bei Hume eine Trennung der in der Kieselwüste so häufigen Gips- und Kalkkrusten von den ähnlich aussehenden calcareous grits.

v. Stromer (I, 56) hält Quarzite im NO der Baharije für Aequivalente der Qatrani-Stufe; das Gestein gleicht im Handstück auch vollkommen dem Gebel-Ahmar-Quarzit. Er bespricht ferner eine Schichtreihe von Tonen, Sandsteinen (mit Konglomerat) und zuoberst Süßwasserkalk im Verein mit Sanden, Kiesen und Gipsen im Gebiete des großen Sserir zwischen Baharije und Fajum — wo auch Humes Beobachtungen gemacht sind —; er nimmt für diese Gebilde unteroligocänes oder miocänes Alter in Betracht.

In diesen Angaben sind mehrere hochwichtige Erscheinungen berührt, ohne daß der Leser über das Wesen der einzelnen und ihre Verschiedenartigkeit Klarheit gewinnen kann. Es liegt das letztendes in der Natur des Landes begründet, die zu überhastetem Reisen und Beobachten zwingt. Auch mir war es nicht gegeben, das einzelne erschöpfend zu erforschen. und nur der Vorteil des Spätergekommenen, dem mehr Anregung durch Vorgänger zur Verfügung steht, erlaubt es jetzt, einige Ordnung und Sammlung in den vorhandenen zerstreuten Stoff zu bringen.

[1]) Fayum Province. Mem Geol. Surv, Cairo 1905.

[2]) District between Cairo and Suez ebda. Cairo 1907.

Mit drei räumlich weit verbreiteten Gebilden haben wir es zu tun:

1. einer nacheocänen festländischen Ablagerung (Garet-el-Talha-Formation);
2. einer Gips-Kalkkruste, anscheinend meist über der vorigen und unter der folgenden, in geringer Tiefe unter der Bodenoberfläche gelegen;
3. einer Panzerdecke aus Kieselbrocken.[1])

Die beiden letzten dürfen nicht als stratigraphische Formationen angesehen werden; sie sind zeitlose, rein dynamisch zu erklärende Gegenstände; allerdings gestattet die dritte den Rückschluß auf das Vorhandensein einer miocänen Schichtstufe.

Garet-el-Talha-Formation. Beim Garet el Talha, dem „Hügel der Akazie", im Osthang des Bahr el Uah (nordöstlich der Baharije) habe ich diese Schichtfolge aufgenommen (Abb. 6):

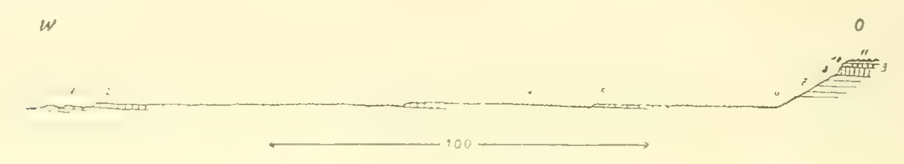


Abb. 6. Osthang des Bahr el Uah.

11.	Kieselbrocken der Sserir, mit Flugsand	0,15 m
10.	Kalkkruste mit Quarzkörnern und -geröllen, nur örtlich	0,15 m
9.	braun-grau-wolkiger Kalk	0,15 m
8.	gelblicher Kalk mit schwarzer Spreu	2 m
7.	Quarzsandstein mit kalkigem Bindemittel	6 m
6.	verschüttet	rund 3 m
5.	schwarz-gelbe Kalkspatlage (Transgressionsgebilde?)	rund 0,5 m
4.	verschüttet	
3.	gelblicher zelliger Kalk mit wenigen Sandkörnern, wohl Eocän	einige m
2.	weißer erdiger Kalk	
1.	westlich vorgelagert verschiedene Kalke der oberen Mokattam-Stufe mit Eocänfossilien	

v. Stromer (I, 13 f.) gibt vom Garet el Talha selbst aus Kalk 8 kleine Planorben und an Stelle von 6 grünliche Tone, von einem benachbarten Ort an Stelle von 6 grauen Ton, darunter nochmals Sandstein, sandigen Kalk, schräggeschichteten Sandstein an; er hat hier ein nach unten umfassenderes Profil gefunden, ein Anzeichen für eine Senke im ehemaligen Untergrund der Formation. In einem jener Sandsteine zeigt sich ein Quarzkonglomerat eingelagert.

Die Gesteine von 5—9 mindestens gehören zu der jungen Garet-el-Talha-Formation.

An Stelle der Kalkkruste 10 trifft man im Sserir häufig auch Gips (Stromer I 13, B. und B. 21 und eigene Beobachtung). Die Kruste muß also von den sehr ähnlichen Kalksandsteinen des Liegenden getrennt gehalten werden; ihre regelmäßige Geringmächtigkeit — ich habe 50 cm höchstens gemessen — kann vielleicht im Zweifelsfalle zur Unterscheidung benützt werden.

[1]) S. Geol. Map. of Egypt. 1:2000000 und 1:1000000, Bl. I, Surv. Dept. Cairo 1910, unter Oligocene.

Auf dem Untereocän des Gebel Maghrafe (s. Abb. 7), dessen Gipfelregion Abb. 5 darstellt, liegen zwei Sandsteinbänke, die ebenfalls zur Garet-el-Talha-Formation gehören.

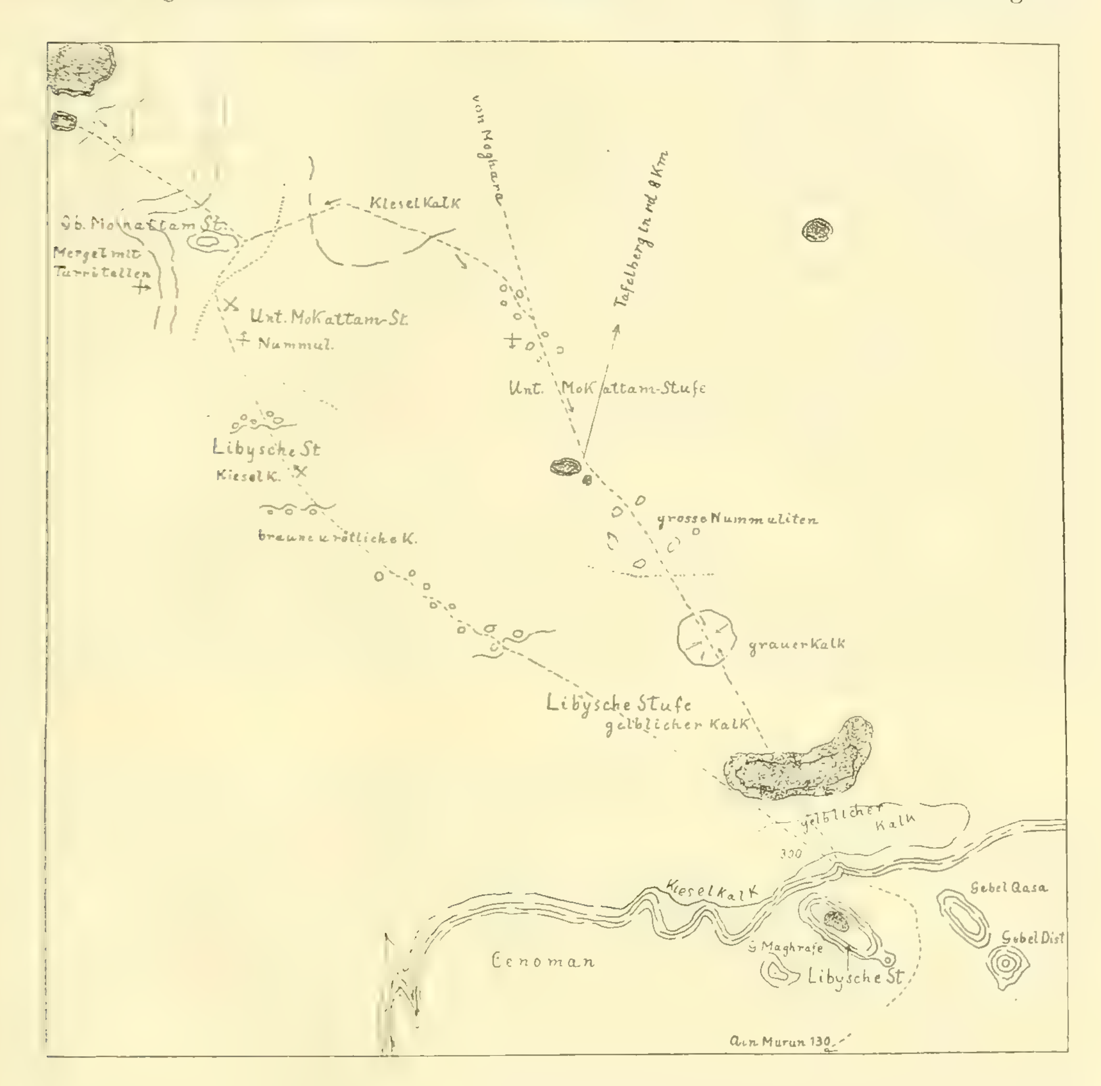


Abb. 7. Garet-el-Talha-Formation (grau) im NW der Baharije nach Routenaufnahme, rund 1:150000.

Ein anderes Profil aus derselben sieht man nicht ferne vom Rand der Wüstentafel nördlich dieses Berges und 50 km westlich des Profils der Abb. 6: (s. Abb. 7):

weißer, splitteriger, kristalliner Kalk mit schwarzen Flecken, die löcherig auswittern	4 m
grünlicher weicher Kalksandstein mit Quarzgeröllchen	2,5 m
Kalk wie oben	3 m
weißgrauer Kalk mit grünlichem Belag, Vertikalklüftung und zahlreichen kleinen *Limnaeus*-artigen Schnecken	3 m
Kalksandstein von wechselnder Körnergröße und Farbe, z. T. gleich dem Sandstein 5 auf Gebel Maghrafe (s. Abb. 5)	10 m

Kalk gleich dem Kalk 8 des vorigen Profils	4 m
steingutgrauer Kalk, nach unten rötlich, schmutzig, sandig, mit Quarzgeröllchen .	15 m
verschüttet	
bräunlicher Untereocänkalk.	

Wenn man vom Fajum kommend die letzte Düne am Oasenrand überquert, genießt man eine umfassende Fernsicht auch auf das Gebiet nördlich der Oase. Den flachen, schmutziggelben Wellen der Eocäntafel sieht man in verschiedenen Entfernungen vereinzelte weißschimmernde Tafelberge aufgesetzt, die als individuelle, beherrschende Elemente in dem großen Einerlei das Auge ohne weiteres bannen. Hat man dann in der Nähe der Oase die eben beschriebenen Schichten gefunden, so ist man überzeugt, daß in jenen fernen Zeugen verwandte Gesteine angetroffen werden können.

So findet man auch schon 7,5 km nordwestlich des vorigen das folgende Profil (s. Abb. 7):

helle brekziöse Kalke mit roten Tonschmitzen	1,5 m
hellgraue sandige Tone, nach oben mergelig	6 m
rote, weiße, braune, grünliche z. T. tonige Sandsteine	5 m
brauner grober Sandstein mit Kieselkonkretionen	2 m
grauer erdiger Kalk mit Kalkspatadern	
verschüttet.	

Mitteleocäne Fossilien, wie sie ringsum auf der Tafel verbreitet sind, fehlen in dieser Schichtreihe; reine Tone und grobe Sandsteine zeigen gleichfalls, daß wir es nicht mit Eocän zu tun haben, und ganz offenkundig ist die übergreifende Lagerung.

Das ausgedehnteste Vorkommen dieser Formation liegt in zwei Tafelbergen 12 km nordwestlich von dem eben beschriebenen (s. Abb. 8 und 7):

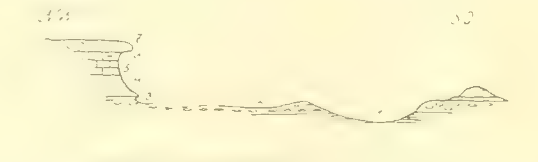


Abb. 8. Tafelberg nordwestlich der Baharije (Abb. 7 links oben) 1:1000.

7. weiße Kalkbrekzie mit Sandkörnern	3 m
6. weißer toniger Kalk	2 m
5. weißgrauer bis grünlicher toniger Kalksandstein	4 m
4. bräunlicher und weißer grober Sandstein	6 m
3. grünlicher Sandstein	1 m
2. zelliger Kalk mit vorwiegenden Konkretionen und einigen Quarzgeröllchen . .	3,5 m
1. mitteleocäne Mokattam-Schichten mit zahlreichen Turritellen.	

Die meisten Gesteine dieser Formation sind wohl in stehendem Süßwasser abgelagert. Das Vorkommen einiger Gerölllagen und die Schrägschichtung lassen die Einwirkung fliessenden Wassers erkennen. Man geht kaum fehl, wenn man die Formation mit den Süßwasserkalken auf den Hochflächen der arabischen Wüste und der gleichfalls ähnlichen Qatrani-Formation auf eine Stufe stellt, sie also für unteroligocän erklärt. Die Vergleichung mit den jüngeren Bildungen des Wadi Faregh (v. Stromer I, 57) stützt sich auf die Kiesellager (mit Kieselhölzern) der beiden Gebiete — diese haben wir jedoch aus unserer Formation ausgeschieden. Den Lauf eines Urnils aus den Bestandteilen dieser festzustellen, ist sonach auch nicht möglich.

VI. Untermiocän.

In dem großen Sserir zwischen Niltal und Baharije kommen — dem Niltal genähert — manchmal Gerölle vor, die von fliessendem Wasser beigeschafft sein müssen, weil sie ortsfremd sind. Gleich westlich des „Rif", d. h. des Absturzes der Tafel gegen das Niltal, auf dem Wege Minieh-Baharije, habe ich olivgrünen und rotbraunen Kieselschiefer, Flaserquarz und weißen Quarzit gefunden — Gesteine, die aus der arabischen Wüste stammen, und nach ihrer Lage hoch über dem heutigen Nil und westlich von dessen Wirkungsbereich darauf schließen lassen, daß zurzeit ihrer Ablagerung das jetzige Niltal noch nicht bestanden hat. Es wäre möglich, daß die durch v. Stromer gefundenen Konglomerate der Garet-el-Talha-Formation gleichartige Gerölle enthalten; doch wir kennen solche bislang nicht. Dagegen erwähnt Hume (142) vom Gebel Hadahid eine 5 m mächtige Schotterschicht mit Quarzen und Feuersteinen im Hangenden der Garet-el-Talha-Formation; einer so mächtigen Bank kommt eher als Mutterschicht jener Gerölle in Betracht als jene dünne Lage. Mit jenen Geröllen ist natürlich auch ein Teil der Quarz- und Flintgerölle des großen Sserir aus der Ferne gekommen — Gerölle, deren ortsfremdes Wesen ohne das Vorkommen jener nicht beweisbar wäre[1]. Das Alter der Schotter könnte das eines jüngsten Gliedes der Garet-el-Talha-Formation oder ein noch jüngeres sein; andrerseits sind sie sicher älter als das Mittelpliocän mit *Ostrea cucullata*, welches in ein nunmehr vorhandenes Niltal eingelagert worden ist[2]. Blanckenhorn[3]) erwähnt von Moghara und Wadi Faregh untermiocäne Kiese mit Geröllen aus lauchgrünen Grauwacken und Kieselschiefern der ägyptisch-arabischen Küstenkette. v. Stromer (I, 57) zeigt, daß dort wie hier Kieselhölzer (Palmen) häufig sind: offenbar ist unsere Geröllformation die gleiche wie jene, also von untermiocänem Alter.

VII. Pliocän und Diluvium.

In der Baharije und auf den Verbindungswegen zum Niltal gibt es außer rezenten keine Ablagerungen mehr, die jünger wären als jene Spuren des Miocäns. Anders im Niltal, wo noch marines Pliocän und festländisches Diluvium auftreten. Um die neuere Geschichte der Baharije zu verstehen, müssen wir kurz auf diese Gebilde eingehen, können uns aber hiebei fast ausschließlich an Blanckenhorns[4]) Forschungsergebnisse halten.

Das marine Mittelpliocän mit *Ostrea cucullata* ist einem Niltal eingelagert und kann nach S bis Dahaibe östlich des Fajum verfolgt werden, wo es unter Alluvionen taucht[5]). Es ist klar, daß eine Fortsetzung des Fjordes nach S damals schon vorhanden gewesen ist. Auch Blanckenhorn glaubt das; doch berichtet er von keiner dem entsprechenden Ablagerung.

In „altdiluvialer" Zeit sind über dem Pliocän und an älteren Schichten bei Cairo Reste einer Aestuarfauna abgelagert worden; südlich von Cairo gibt es nur mehr die Süßwasserformen der sogenannten *Melanopsis*-Stufe, und die nur stellenweise; von Qeneh süd-

[1]) Prof. v. Stromer hat mir auch ein „Brocatelli"-Geröll vom Fajumweg gezeigt: vgl. S. 31.

[2]) Blanckenhorn, Gesch. d. Nilstroms, Z. Ges. f. Erd., 1902, 713.

[3]) Zeitschr. d. g. Ges. 1901, 51 f., 308.

[4]) Zeitschr. d. g. Ges. 1901, 354 ff., 393 ff.; Zeitschr. Ges. f. Erdk. 1902, 694 ff.; Zeitschr. d. g. G. 1910, 430 ff., 443 ff.

[5]) S. a. v. Stromer, Mitt. Richthofentag 1913, Berlin 1914, 11.

wärts scheint überhaupt kein bestimmbares Fossil in dieser Stufe gefunden zu sein. Da ferner die Gesteine hauptsächlich aus Geröllmassen und Kalksandsteinen (mit gerollten Eocänfossilien) bestehen und uferwärts meist in verbackenen kantigen Schutt übergehen, da endlich niemals von Deltastruktur der Schichtung berichtet worden ist, so muß man die Stufe als fluviatile Ablagerung erkennen, wie dies Blanckenhorn neuerdings im Gegensatz zu seinen früheren Ansichten getan hat; ich kann auf Grund einer Begehung des großartigen Schottergeländes nordöstlich von Theben (Chizam) der neueren Ansicht vollauf zustimmen.

Früher hatte Blanckenhorn geglaubt, daß die sämtlichen Gerölle der Formation aus der Nähe stammten und nicht durch einen fernher gekommenen Strom gebracht sein könnten, und er hatte darauf die Annahme von schotterstauenden Seen als Füllung des ältesten tektonisch entstandenen Niltals gegründet. Neuerdings hat er ortsfremde Gerölle in diesen Ablagerungen gefunden und betrachtet sie deshalb als echte Nilerzeugnisse. Das Alter des Nils verlängert sich so nach rückwärts[1]).

Von dieser Erkenntnis aus gelangen wir noch zu anderen Schlüssen:

1. Das Niltal — als Flußtal — ist nicht nur gleichzeitig mit den „diluvialen" (früher als jungpliocän-altdiluvial von B. bezeichneten) Schottern, sondern noch älter, weil diese ihm eingelagert sind.

2. Da diese Formation nicht in Seen, sondern in einem Fluß abgelagert worden ist, so entfällt die Nötigung, die Hohlform tektonisch zu erklären; denn niemals kann ein See, wohl aber kann jeder größere Fluß — ohne irgendwelches Eingreifen tektonischer Kraft — ein Tal wie das des Niles schaffen. Auch Blanckenhorn[2]) glaubt, daß die Erosion an der Schaffung des Tales beteiligt gewesen ist, und seine Darstellung[3]) der tektonischen Verhältnisse läßt erkennen, daß jenen kleinen, kurzen und verschieden gerichteten Brüchen nicht die große Bedeutung — eines Grabenbruchsystems — zukommt, die er ihnen damals zuerkannt hat.

3. Das Niltal ist also vor-„diluvial" und ist in allem wesentlichen das Erzeugnis von Flußarbeit. Es ist auch, wie uns Ausdehnung und Mächtigkeit (bis 100 m) jener Schotterformation zeigen, vor deren Ablagerung schon größer gewesen als heute[4]). So liegt der dritte Schluß nahe, daß es schon zur Zeit des mittelpliocänen marinen Fjordes bestanden und dessen südwärtige Fortsetzung dargestellt habe. Sedimentäre Spuren seines damaligen Daseins können in einem ältesten — noch unbekannten? — Teil der fossilleren Schotter vielleicht noch erkannt werden; es liegt ja auch die nördliche, fossilführende Fazies lückenlos auf den *Cucullata*-Schichten.[5])

Als jüngste durch die Schotter vertretene Alters-Stufe betrachtet Blanckenhorn die Rißeiszeit.

Was ergibt sich aus diesen Grundlagen für die damalige Geschichte der Baharije? Wir suchen keine Schotter in der Baharije, weil in ihr nie ein Fluß geflossen ist; aber

[1]) Blanckenhorn, Zeitschr. d. g. Ges. 1910, 445.

[2]) Ebda., 444. [3]) 1901, 326 ff.

[4]) Bei Cairo (Gise) sind sogar die Seitentäler älter als das eingelagerte marine Mittelpliocän, vgl. v. Stromer a. a. O. 1914, 11.

[5]) Nach Schweinfurth und Blanckenhorn, s. d. 1901, 399.

wir suchen andere Zeugnisse einer niederschlagsreichen Periode, der Pluvialzeit — und finden nichts. Dieser Gegensatz zwischen dem westlichen Landinnern und dem Niltal verschärft sich noch, wenn man erfährt, daß auch der dem Niltal so nahe gelegenen Rajankessel keine bestimmten Spuren der Pluvialzeit erkennen läßt.

Die Verhältnisse im Fajum jedoch sind weniger geheimnisvoll. Beadnell[1]) beschreibt von dort fossilleere Schotter in Meereshöhen bis 180 m, von beträchtlicher Mächtigkeit und oberpliocänem (?) Alter. Das sind offenbar Ablagerungen der Pluvialzeit. Auch in der großen Oase Chargeh können deren Wirkungen als nachgewiesen gelten[2]). Diese zwischen Niltal und westlicher Tafel liegenden Gebiete vermitteln also auch in historisch-geologischer Hinsicht: da die Hohlformen Fajum und Chargeh schon vor der Pluvialzeit bestanden haben, so kann wegen gestaltlicher Ähnlichkeit auch die Baharije für gleich alt wie jene gelten.

Allerdings bezweifelt nun Walthers Autorität die Pluvialzeit[3]) und hätte er recht, so wären unsere Überlegungen unbegründet ja sogar unnötig: denn auch Walther glaubt an das hohe Alter der Senken. Da wir andrerseits festgestellt haben, daß in der westlichen Tafel Spuren einer feuchteren Periode fehlen, so kann im ganzen der Gegensatz zwischen den zwei Anschauungen kein sehr großer sein. Die völlige Einigung läßt sich meines Erachtens folgendermaßen erreichen:

1. Die Annahme einer Pluvialzeit muß auf den Einflußbereich des Gebirges der arabischen Wüste einschließlich des Niltals von Assuan abwärts und der Chargeh-Oase beschränkt werden; denn ganz offenkundig ist die „wolkentürmende“ Macht jenes Höhengürtels, schon angesichts des Wadi Qeneh, das in jener Zeit als wichtigster Schotterkanal Ägytens den oberägyptischen Nil in den Schatten stellt.

2. Die Annahme von diluvialen Nitalseen — mit geringem Wasserbedarf — muß der andern weichen, die einen Nilfluß mit großem Wasser- und Gerölltransport fordert.

VIII. Recent.

Die jüngsten Ablagerungen der behandelten Gebiete zeigen dem Stratigraphen wenig Bemerkenswertes. Es sind hier anzuführen:

die Brockendecke des großen Sserir, sowie kleine örtliche Sserirdecken;
die Kalk-Gipskruste unter dem großen Sserir;
kleine, unmächtige Schotterfelder vor den Wadis der Baharije;
tonige, salzige und sandige Füllmassen von Wannen;
Dünen und zerstreuter Flugsand;
Gehängeschutt und Rutschmassen.

Fast all diese Gebilde stehen unter dem Gesetze der Wüste, die selbständig neben dem die Sedimentation beherrschenden Wasser gebietet. Auf die wichtigeren soll im folgenden eingegangen werden. Hier sei nur erwähnt, daß auch in der Baharije — wie im Niltal und Fajum — sandige Tone mit Conchylien (*Ampullaria Kordofana* Carr. und *Melania*

[1]) Fayum Province, Cairo **1905**, 73 ff.
[2]) Leuchs, Fossile und rezente ägyptische Wüsten, Geol. Rundsch. **1914**, 44 ff.
[3]) Ges. d. Wüstenb. Leipzig, **1912**, 309 ff.

tuberculata Müller) vorkommen; ich habe solche südöstlich von Ain Murun gefunden, in einem Gebiete das mit Scherben bedeckt ist und offenbar früher künstlich von jener Quelle her bewässert war.

Bezüglich der Quellen der Baharije und dessen was damit zusammen hängt, des Lebens, kann auf Cailliaud, Ascherson[1]), Ball, Beadnell und v. Stromer verwiesen werden.

2. Beobachtungen an Wüstengebilden.

Das innerste Wesen der Wüste ist Abflußlosigkeit (nach Walther) — welche Regenarmut und das Zurücktreten der Verwitterung hinter die mechanische Deflation in sich begreift.

Die Erforschung der Wüstenabtragung ist schon weit gediehen[2]). Walther unterscheidet die Felswüste als embryonalen Typus von der Kies-, Sand-, Lehmwüste als Endergebnissen der Abtragung. Diese Feststellung kann man im einzelnen noch genauer ausführen.

Wir gehen aus von dem Gegensatz zwischen Wasser- und Windabtragung.

Die Arbeit des fließenden Wassers in der beregneten Landschaft schafft wurzelartig konvergierende, konkave und schmale Flächen mit Gefälle; diesen stehen massive Überbleibsel in Gestalt von ästeartig divergierenden konvexen und breiten Rücken — ebenfalls mit Gefälle — gegenüber, auf denen die ausgleichende, abrundende Verwitterung herrscht.

Im Herrschaftsbereich des Windes ist es anders. Es greift nicht an irgendwohin gerichteten schmalen Flächen, sondern überall an; er braucht kein Gefälle, noch schafft er ein solches; er befördert auch aufwärts, freilich nur kleine Teilchen; er kann bis unter die Höhenlage des Meeresspiegels ausnagend wirken. Er gestattet die Mitwirkung der Verwitterung nicht in großen geschlossenen Sondergebieten, sondern nur in zerstreuten kleinen Asylen. In größerem und stärkerem Maß als Wasser und Verwitterung kann der Wind die Härteunterschiede seines Gegenstandes herausarbeiten.

Nun zu den Einzelerscheinungen[3]).

Über Hammada und Senken.

Schwindet bei einem Klimawechsel der Regenfall und mehrt sich der Einfluß des Windes und der Schwerkraft auf das der Pflanzendecke beraubte Land, so wird vor allem der Humus entfernt. Ihm folgt alles, was von weichen Gesteinen ungeschützt an der Tagesoberfläche liegt. Sie entsteht vorerst die Felswüste, die Wüste des nackten harten Gesteines. Lassen wir die Gebirgswüsten hier außer acht, und betrachten wir die Tafelwüste oder Hammada.

[1]) Zeitschr. Ges. f. Erdk. 20.

[2]) Vgl. bes. Walther, Denudation i. d. Wüste, Leipziger Ak. 1891, Ges. d. Wüstenb. Leipzig 1912; Passarge, Z. d. g. Ges. 1904, Geogr. Zeitschr. 1912; Penck, Geogr. Zeitschr. 1909; v. Stromer, Mitt. Richthofentag 1913, Berlin 1914.

[3]) Wir betrachten hier vorwiegend Windwirkungen, dürfen aber nicht übersehen, daß das Gebiet nicht regenlos ist, daß der Regen in nichtbegrüntem Gelände sehr heftig wirkt und daß seine Wirkung leicht unterschätzt wird wegen Zerstörung des Schuttes durch Wind.

Da es auf Erden wohl kein einziges Tafelland gibt, das vollkommen störungslos, im Gesteine homogen oder dem Einfluß des örtlich angreifenden Fließwassers ganz entrückt wäre, so findet der Wind bei Beginn seiner Tätigkeit stets Orte geringen Widerstands, an denen er vor allem angreift. Solche Orte sind alte Flußtäler, Randstufen von Deckplatten, geneigte oder aufgebrochene weiche Schichtköpfe.

Vorland und Randstufe der Großen Oase bilden eine einseitige Senke, die unter dem Wüstenklima wesentlich nur mehr durch Wind ausgestaltet wird, nachdem früher das fließende Wasser durch Nagen an nordwärts fallenden und aufgebrochenen Schichten die Decktafel nach N zurückgeschoben hat.

Der Bahr el Uah (s. Abb. 6) ist nichts anderes als das ausgeräumte Vorland einer mit 5° nach NO geneigten Schichtstufe[1]). Borchardt[2]) hat neuerdings sein Nordende gefunden; das Südende liegt etwa 100 km weiter im SO, südlich der Strecke Baharije-Minieh. Die Breite beträgt durchschnittlich etwa 5 km, die Tiefe kaum mehr als 50 m. Ausgeräumt sind Ober-Mokattam-Mergel und Sande und Tone der Garet-el-Talha- (G. Ahmar-) Formation. Die Senke ist allerseits geschlossen; außer der Schichtneigung kann also nur der Wind als erzeugendes Mittel in Betracht kommen.

Sonach braucht man auch nicht vor der Annahme zurückschrecken, daß Fajum, Wadi Rajan, Baharije — Senken, die noch größer sind als jene — hauptsächlich durch den Wind ausgeräumt worden seien. In der Baharije finden sich folgende Anhaltspunkte für die Erklärung der Hohlform. An einer Reihe von kleinen Plätzen hat Einmuldung der Schichten stattgefunden; Verwerfungen sind mit der Muldung oder auch selbständig (G. Ghorabi) erfolgt; in der südlichen Hälfte der Ostwand ist nach Ball und Beadnell stärkeres Fallen nach SO, im südlichen Drittel der Westwand leichtes Fallen nach W zu beobachten; intrusive Basalte kommen vor; das Eocän scheint bedeutend weniger mächtig zu sein als am Niltal und eine mächtige Folge weicher Schichten liegt darunter; das Übergreifen von Unter- und Mitteleocän auf Senon zeigt, daß schon in alttertiärer Zeit hier erhebliche Unebenheiten bestanden haben. Das sind Gründe genug für die Annahme, daß am Orte der Baharije der Wind ursprünglich mehr Angriffspunkte oder -linien gefunden habe, als in der Umgebung. Wie alt die Baharije als Kessel ist, läßt sich nicht genau ermitteln; bestimmt ist nur eines: daß ihre Hohlform in die unteroligocäne Garet-el-Talha-Formation eingelassen und damit jünger ist als diese.

Das ausgedehnte flachwellige, meist kalkige Tafelland in den Räumen zwischen den Senken heißt man Hammada, soweit es nicht durch gehäufte Zeugenberge oder durch Kiesel, Sand, Ton bedeckt ist.

Die Zeugenwüste.

Die Inselberge müssen von vorneherein in zwei Gruppen geteilt werden, in „Härtlinge", die in ihrem petrographischen Bestand und in gewöhnliche Zeugen, die nur durch ihre äußere Form sich von der Umgebung abheben.

Zu den ersten gehören in der Baharije die Berge mit einer Kappe aus Basalt, Brauneisen, Eisenquarzit, Kieseldolomit.

---

[1]) S. a. Hume a. a. O. 143.

[2]) Pet. Mitt. 1914, 179.

Die gewöhnlichen Zeugen sind hinwiederum zu scheiden in solche, die aus horizontalen, oben harten Schichten bestehen (Tafelberge und getafelte Kegelzeugen) und in die andere Gruppe, von unregelmäßiger Gestaltung, deren Stoff homogen oder sehr mannigfach oder durch stark geneigte Schichtung oder Faltung dem Tafelbau entfremdet, in jedem Falle aber wenig widerständig ist. Jene sind in allen Wüsten häufig, auch in der Senke der Baharije. Diese sind weniger häufig, weil homogene Gesteine meist auch homogen — zu einer Fastebene — abgetragen werden, und weil in gefaltetem Gebiete kein Anlaß zur Entstehung von Sockelkanten gegeben ist. Die Muldenzeugen der Baharije, die hieher zu stellen sind, danken ihre Entstehung der senkenden Faltung einer harten Schichtfolge, ihre Sockelkante der nur schwachen Neigung der basalen Lagen.

Die Frage, ob Inselberge ein wesentliches Kennzeichen der Wüste seien, ist schon lebhaft erörtert worden[1]). Mir scheint sie einfach zu beantworten. Ein einzelner Inselberg ist kein Kennzeichen für eine Wüste, wohl aber bildet eine Mehrzahl von Inselbergen in regelloser Verteilung und mit verschiedenen Abständen und Größenverhältnissen einen Wesenszug der Wüste. Das örtliche fliessende Wasser kann nicht allenthalben die feinsten Härteunterschiede in dem Maße heraustreten lassen wie der Wind, und die Verwitterung des regenreichen Klimas gleicht solche Unterschiede sogar meistens aus[2]). Auch Talufer gleichen sich aus, je älter sie werden; der Wind dagegen zerschneidet im Laufe der Zeit die Schichtplatten immer mehr, bis sie eben in Zeugenberge aufgelöst sind.

Es gibt freilich in der Wüste auch Zeugen, die sich dem Typus der feuchten Landschaft nähern. Das sind vor allem die Vorberge von Schichtgeländestufen. Doch auch solche wird man — als Gruppe — nicht mit jenen verwechseln. Auch sie sind viel zahlreicher als ihre Verwandten im feuchten Klima; selten vereinzelt, meist in einer ununterbrochenen Reihe, oft sogar in mehreren Reihen liegen sie vor den Stufen. Ferner: sie treten auch vor auswärts geneigten Schichtplatten auf[3]) was meines Wissens in unseren Breiten niemals zu beobachten ist. Bei uns schiebt das im Streichen strömende Wasser die harten Schichtköpfe in der Fallrichtung zurück; in der Wüste findet der Wind an den verschiedensten Stellen und Höhenlagen eine weiche Schicht und arbeitet dann beiderseits — im Fallen und im Steigen — das harte Hangende weg. (S. Abb. 9.)

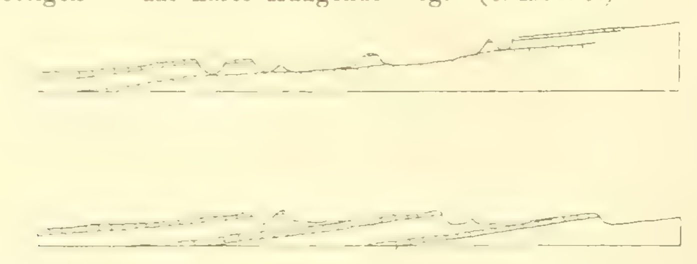


Abb. 9. Vorberge in aridem und in feuchtem Klima. Schematisch.

Daß auch Härtlinge in der Wüste häufiger sind als in feuchtem Gelände, zeigen Passarges[4]) Forschungen: bei aridem Klima fallen naturgemäß nicht so viele harte Gesteine der Verwitterung zum Opfer als bei regenreichem.

[1]) So auf dem Lübecker Geographentag 1909.

[2]) Vgl. die Karten Balls und Beadnells und meine Abb. 7.

[3]) S. Abb. 7. [4]) Zeitschr. d. g. Ges. 56, 1904, Mb. 193.

Die Zeugen sind die auffallendste Erscheinung in der Zeugenwüste, aber nicht die bedeutendste. Zwischen den vereinzelt stehenden Zeugen dehnen sich weithin flachwellige Böden aus, mit Wannen und Schwellen. Die Neigungswinkel dieser Böden sind um ein bedeutendes kleiner als die der Zeugenwände. Niedere Geländestufen und niedere Zeugen einerseits, Kiesel-, Sand- oder Tonflächen andrerseits unterbrechen die Platten, aus denen gewöhnlich jene Böden bestehen. Die Wannen haben ganz verschiedene Größen und Umriße. Selten kann man mit freiem Auge eine allseitig geschlossene umspannen; meist verlieren sich ihre ferneren Ränder hinter den Überschneidungen der Schwellen. Oft haben sie die Formen von verzweigten Tälern, deren Stämme freilich auch in abflußlose Wannen münden. Auf den Kalkhochflächen sind die Wannen weniger in die Länge gezogen, als z. B. im Tongelände der Baharije; dort versickert das wenige Regenwasser sofort, hier vermag es in geringem Maße talbildend zu wirken[1]). Das Anstehende der Schwellen ist stets unverwittert. Die Wannen sind meist mit einer dünnen Schicht von Sand, Ton oder Salz bedeckt; oft tritt spärliche Vegetation hinzu (Hattije). Während man zerstreutem Sand allenthalben begegnet, scheint die Ablagerung von Ton lediglich in den Wannen zu erfolgen, offenbar mit Hilfe der Feuchtigkeit. Doch es sind nur ganz geringe Mengen des Wüstenstaubes, die hier gebunden werden; der meiste Staub wird anscheinend aus der Wüste hinausgetragen[2]), und gerade in den Dünen, wo man ihn am ehesten erwartet, fehlt er vollkommen. In der Hattije von Harra liegt zuoberst tonhaltiges Steinsalz, das durch Blähungen und Ausblühungen zu abenteuerlichen Formen gebildet ist, das Salz wird in geringem Maße abgebaut. Darunter scheint ein tonhaltiges Wasserkissen zu liegen; denn man sieht — auf dem Wege von Harra nach SO — Tonkuchen mit 30 m Durchmesser und 1 m Höhe über das Salz gebreitet: Schlammeruptionen aus dem Untergrund des Salzes, die wohl durch das Graben nach Salz veranlaßt sind.

Sserir und Kruste.

Stellt man sich die Wannen und Schwellen noch mehr abgeflacht und die Wannen größer und geschlossener, die Zeugen abgetragen, die Kiesel- und Sandflecke zusammengewachsen vor, so hat man das Bild des Sserirs vor sich.

Ich will auf das große Sserir zwischen Niltal und Bahr el Uah[3]) besonders eingehen, weil es in mancher Hinsicht eigenartig ist und weil die Angaben über andere Sserirflächen meist so kurz gehalten sind, daß die Leser kein anschauliches Bild von dem Gegenstand gewinnen.

Die Querung des großen Sserirs nimmt einundeinhalb Tage in Anspruch. Die durchschnittliche Breite beträgt etwa 70 km. Vom Wadi Rajan aus über mitteleocäne Kalkplatten nach WSW reisend sieht man den Boden sich mehr und mehr mit einer Schicht von Quarz- und Flintbrocken bedecken, bis zuletzt der Kalk ganz verschwunden, die Kieseldecke geschlossen ist. In W reicht diese bis zum Bahr el Uah, wo sie auf oligocänem Süßwasserkalk liegt (Abb. 6), vorher schon wird sie im Garet el Talha von der gleichen Formation durchragt. Am Minieh-Weg wird sie im O, am Rif, von Brocatelli d. i. roten

[1]) Vgl. B.'s und B.'s Spezialkarte.

[2]) Vgl. Passarge, Handwörterb. d. Naturw. 620. In feuchteren Wüsten bleibt der Staub und bildet Lehmwüste (Kewir).

[3]) Survey, Cairo 1910, Geol. Karte 1:1000000 Bl. I; v. Stromer I, 12 ff.

Kalken mit Quarzgeröllen[1]) durchragt, im W durch Mitteleocän unterlagert. Das Sserir ist die ödeste und einförmigste Art der Wüste; überall stumpfes Braun, nirgends ein Anhaltspunkt für das Auge, nur verschwommene niedere Bodenwellen von verschiedener Spannweite. Die größten Spannweiten übertreffen, wie schon angedeutet um ein Vielfaches jene der Zeugenwüste. In der Ferne sieht man stets scheinbar steile und hohe Rücken. Bei der Annäherung aber merkt der Fuß kaum eine Steigung, und auf der Höhe angelangt, sieht man vor sich wieder einen fernen gleichartigen Rücken. Die bedeutendste dieser Schwellen ist der Rif westlich von Minieh; ihr ist auch eine besonders weite Wanne westlich vorgelagert; ich schätze die größten Höhenunterschiede im Sserir auf mindestens 40 m, die größten Wellenlängen auf mindestens 5 km. Die Höhenlagen im Sserir sind wie die andern Maßverhältnisse nur mangelhaft bestimmt[2]); zwischen Wadi Rajan und Bahr el Uah ist die durchschnittliche Höhe etwa 120 m, westlich von Minieh etwa 100 m. In den Wannen und in schmalen seichten Rinnen, die von den Schwellen herabstreben, liegt mitunter eine dünne Sandschicht, sonst überall die rauhe Brockendecke. Doch geht es sich angenehm auf dem Sserir; der Fuß tritt die Brocken in die Tiefe; Sand kommt hoch und färbt den Fußtapfen gelb — dann stäubt der Sand im Winde, bis die braunen Kiesel wieder freiliegen und der Sand sich hinter anderen Kieseln niedergelassen hat.

Zuoberst liegen die gröbsten Brocken. Sie bestehen aus Feuerstein und Quarz, seltener auch aus jenen kieseligen Gesteinen der arabischen Wüste und aus Kieselhölzern. Die Feuersteine werden größer (bis 10 cm Durchmesser) als die Quarze, offenbar weil sie nicht so weit hergekommen sind als diese. Ihre Form bezeichnet man am besten als kanten gerundet; die gewöhnliche Form des Gerölles beobachtet man nicht, auch nicht Windkantung. Die Quarze sind rundlicher als die Feuersteine, zeigen oft die echte Geröllform und manchmal auch Windkanten; ihre Farben sind weiß, gelb und rot, während die Feuersteine braun sind. Zwischen und vor allem unter den gröberen Brocken liegen feinere, unter diesen und in allen Zwischenräumen liegt hellgelber Sand, der seinerseits ebenfalls nach unten immer feiner wird.

Nirgends scheinen die groben Brocken in mehreren Lagen übereinander zu liegen. In den Randgebieten liegt unter den kleineren in Sand gebetteten Geröllen unmittelbar das Anstehende, meist Eocänkalk, im Inneren dagegen eine Kalk-Gips-Kruste. Die Kruste führt zuoberst noch reichlich Sserirbestandteile; doch sind diese stets klein und bestehen fast niemals aus Feuerstein, fast immer aus Quarz, hauptsächlich aus Sand. Oft tritt die Kruste in kleinen Flecken zutage und zeigt sich dann ziemlich rein; der Anfänger verwechselt diese Flecke gerne mit anstehendem Kalk oder Kalksandstein. Schichtung scheint zu fehlen. Die Dicke habe ich 50 cm erreichen sehen. Die Unterlage der Kruste bildet im Gebiete der geschlossenen Sserirdecke wohl hauptsächlich jene miocäne Schotterformation, weil nur diese so ungeheure Massen von Kieseln zum Bestand des Sserirs hat beisteuern können. Wo jene gänzlich ausgeblasen ist, liegen vermutlich sandige Bestandteile der Garet-el-Talha-Formation unter Sserir und Kruste, was auch Hume und v. Stromer annehmen; Kalke würden sicher oft durchragen. In den Randgebieten gibt es auch durchragende Kalke und hier haben auch die Kalke ihre Feuersteine zur Panzerdecke beigesteuert.

[1]) Vgl. Schweinfurth, Pet. Mitt. 1901, 6.

[2]) Vgl. Ascherson, Zeitschr. Ges. f. Erdk. 20, Karte; Topogr. Karte Geol. Surv. Cairo 1910, 1:000000; v. Stromer I, T. 1.

Das große Sserir ist also durch Ausblasung einer Geröllformation und kieselführender Kalke entstanden. Einen Mindestbetrag der Absenkung der früheren Oberfläche kann man an dem durchragenden Garet-el-Talha als 10 m feststellen. Wahrscheinlich ist der Betrag viel höher, nämlich mehr als die 40 m erreichende Höhe der Bodenwellen. Sonach ist es kein Wunder, daß alle Formen der ehemaligen Schotterformation, nie Terassenhänge und -flächen, sowie Ufer gänzlich verschwunden sind; allerdings steigt westlich des Sserirs das Gelände an, doch dies geschieht so unmerklich, daß man nicht in Versuchung kommt, das Ufer eines Flusses hier anzunehmen.

Die Sserirfläche ist zu einer lediglich gegen Wind eingestellten Gleichgewichtsfläche geworden; wesentliche Abtragung findet an ihr nicht mehr statt. Daher kann auch unmittelbar unter ihr die Kalk-Gips-Kruste sich bilden, die ihrerseits den Widerstand gegen die Windwirkung verstärkt. So erscheint das Sserir mit seiner Kruste als das Endergebnis einer windbeherrschten Abtragungsperiode. Als solches bestätigt es v. Stromers[1]) Behauptung, daß der Wind hauptsächlich nivellierend wirke. Die gegensätzliche Erkenntnis, daß der Wind Härteunterschiede stärker hervortreten lasse und eine stärker modellierte Landschaft erzeuge als das fliessende Wasser, ist bei der Betrachtung von Hammaden und Zeugenlandschaften gewonnen, die frühere Stadien der Windabtragung bezeichnen.

Nicht alles, was Sserir genannt wird, entspricht einem Endstadium; es gibt auch unreife Sserirarten. Die Kalk- und Basalttafelzeugen der Baharaije und manche Hammaden sind oft mit einer geschlossenen Decke aus Brocken ihres eigenen Gesteins überzogen — daher die Begriffe „Hammada“ und „Sserir“ so oft verwechselt werden. Solche Arten von Sserir werden selbstverständlich durch den härteren Flugsand noch abgeschliffen. Es empfiehlt sich, dreierlei streng auseinander zu halten:

1. Geröllsserir — durch Ausblasung einer Geröllformation bis auf deren härteste Bestandteile entstanden;
2. echtes Sserir — durch Ausblasung einer homogenen, doch härteste Bestandteile enthaltenden Formation (Kieselkalk, Granit mit Quarzgängen oder -drusen) entstanden;
3. Sserir der Hammaden — aus Brocken des Anstehenden.

Das große Sserir ist eine Mischung aus 1. und 2.

Wenn Walther die Kieswüste als Analogon der Sand und Tonwüste bezeichnet, so ist unter „Kieswüste“ lediglich das ortsfremde Geröllsserir zu verstehen, weil die entsprechenden Sande und Tone ebenfalls ortsfremd sind; echtes Sserir sollte „Kieselwüste“ heißen.

— — — — — — — — — — — — — — — — — — — —

Noch ist eine weitere wichtige Einschränkung zu machen: die drei Stadien „Hammada + Senken, Zeugen + Wannen, Sserir folgen einander zeitlich nur innerhalb eines beschränkten Gebietes. Ein solches Gebiet ist unsere große Eocänplatte mit ihrem Hangenden. Über ihr liegt die Gleichgewichtsfläche des Sserir. Doch unter ihr, in sie eingelassen liegt die Senke der Baharije, die ein jugendliches Stadium bezeichnet. Dort oben scheint die Abtragung schon zum Stilstand gelangt; von hier unten aber wird die Abtragung unbekümmert nach der Seite fortschreiten, bis die Unterlage jener Gleichgewichtsfläche und diese selbst zerstört sind. In beiden Stockwerken vollzieht sich der gleiche Vorgang, nur ist er im tieferen

[1]) Zentralbl. f. Min. etc. 1903, 4.

noch weniger weit abgelaufen als im höheren. So stellt sich die Bauform des Tafellandes als größere Macht neben die des abschleifenden Windes. Das Endergebnis der Windabtragung ist offenbar erst in der Rumpfebene[1]) erreicht, welche im tiefsten, kristallinen Stockwerk der Erdkruste liegt und die wahre Erosionsbasis der Windabtragung darstellt.

Rutschungen.

Eine Erscheinung mehr dynamischer als morphologischer Art begegnen wir in den Rutschungen und Rutschmassen der Wüste. Wohl jeder Wüstenbesucher hat ihnen gelegentlich seine Aufmerksamkeit und ein paar gedruckte Worte gewidmet[2]); häufiger sind sie verkannt, auf Verwerfungen zurückgeführt und immer in ihrer Bedeutung unterschätzt worden.

Daß Rutschungen in nicht begrüntem Gelände häufiger erfolgen als in begrüntem, ist eigentlich selbstverständlich; immerhin übertrifft die Zahl der Rutschungen die Erwartung. Fast jeder größere Zeugenberg weist im Profil ein Paar Schultern auf, bestehend aus gerutschten, stets bergwärts einfallenden Schollen. Den Steilhängen des Niltals sind viele mächtige Rutschmassen vorgelagert: eine solche Scholle birgt in sich die bekannten Königsgräber von Theben. Abb. 10 (auch T. II, 1) zeigt die verschiedenen Arten der Rutschungen, von denen nur die durch Nr. 4 und 5 dargestellten schwer verständlich sind; man gewinnt vor einem derartigen Bilde den Eindruck, daß der Hauptkörper des Zeugen oder Zungenberges eingesackt, die Ränder stehen geblieben und nur geschleppt seien. In das Bild der erhabenen Landschaft bringen die Rutschmassen eine beträchtliche Störung; zumal die schwarzen Basaltzeugen, deren Hänge oft von Schollen ganz bedeckt sind, erscheinen als wahre Muster von Häßlichkeit. Doch eine wichtige Erkenntnis ermöglichen diese Gebilde: sie zeigen uns, wie denn eigentlich die Winderosion arbeite. Nicht die Entführung loser Staubmassen oder das Sandgebläse an sich, nein, die mittelbare Wirkung des die Steilhänge unterblasenden Windes, die Wirkung, welche die Schwerkraft als Bundesgenossen gewinnt, Rutschungen großen Maßstabes auslöst und massenhaft zerrüttete Stoffe der feineren Winderosion überantwortet, scheint die wichtigste Komponente der Wüstenabtragung zu sein. (S. Abb. 10.)

Dünen.

Wir wenden uns von den Kräften und Wirkungen der Abtragung zu denen des Aufbaus. Die geringfügigen Gebilde aus Ton und Salz haben wir schon im Vorübergehen beachtet. Viel wichtiger als diese sind die Sandbauten des Wüstenklimas[3])[4]).

Neben hochragenden Zeugen und grünen Oasengelände sind die Dünen die einzigen Gegenstände in der Wüste, welchen der künstlerische Instinkt des Reisenden mit Zuneigung begegnet. Schon beim ersten Anblick urteilt das Gefühl, daß man hier etwas Aufgebautes,

[1]) Mit ihren Sand-, Ton-, Kieseldecken und Härtlingen.

[2]) Vgl. v. Stromer I, 64 f., Blanckenhorn, Sitzb. bayr. Ak. 32, 1902, 426 ff.

[3]) Allgemeines in Penck, Morphologie d. E. II, 38 ff.; Wiszwianski, Veröff. J. f. Meeresk. 1906; Passarge, Handb. d. Naturw. „Atmosphaere“; Walter, G. d. W.; Solger in „Dünenbuch“, Stuttgart 1910. Besonderes in Beadnell, Fayum Province, Cairo 1905, T. XV (bestes Bild einer Reihendüne), ders. Geogr. Journ., 35, 1910; Borchardt, Pet. Mitt. 1914; v. Stromer, Mitt. Richthofentag, Berlin 1914, 9 (Bild der Ghorabidüne) 21 ff.; Günther, Sitzb. Ak. m.-n. Cl. München 1907.

[4]) Sie sind in der libyschen Wüste das einzige, was Walthers Annahme bestätigt: die Wüste sei ein Gebiet der Auflagerung.

Lebendiges, nicht etwas Zerstörtes, Sterbendes vor sich habe. Überwältigend ist der Eindruck, den die Reihendünen der libyschen Wüste ausüben (vgl. T. II). Bereits im Wadi Rajan kann man sie beobachten: wie oben auf dem Rand der nördlichen Platte eine gelbe Kuppe liegt: wie nach mächtigem Sprung ins Tal unten der gelbe Sand wieder einsetzt und Kuppe nach Kuppe südwärts blickend und strebend in ununterbrochener

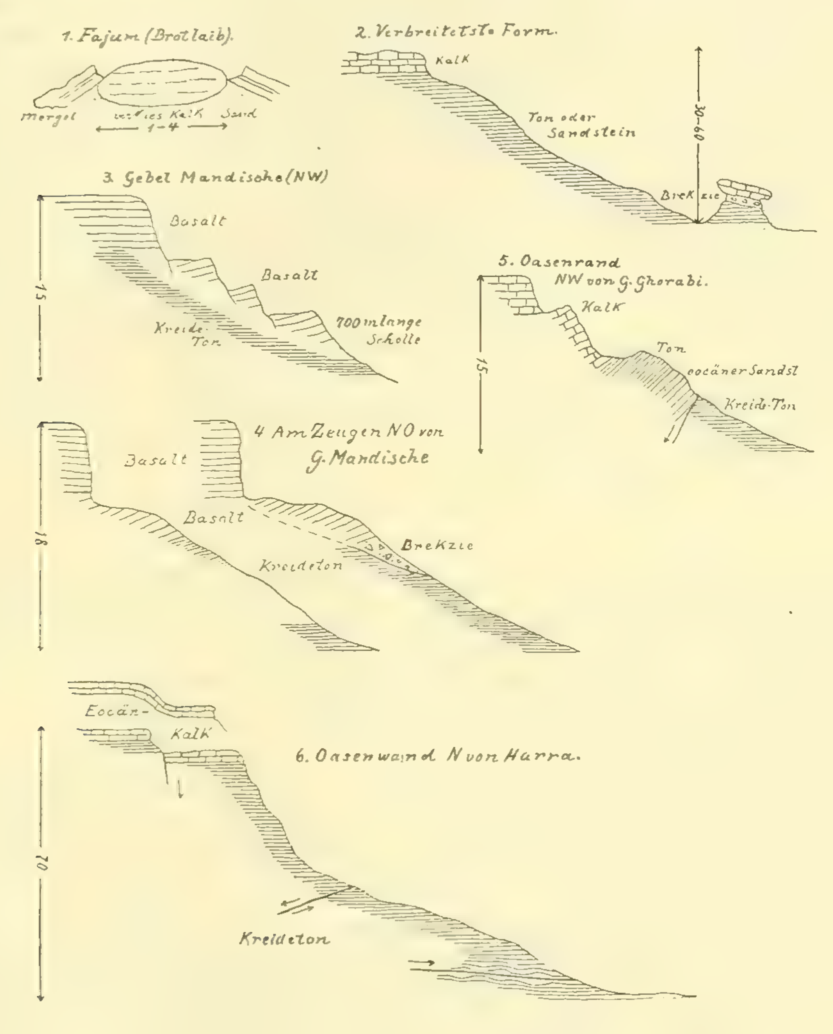


Abb. 10. Rutschungen in der Wüste.

schnurgerader Reihe den Kessel durchmißt; wie nach einer Lücke im südlichen Steilhang droben auf der Platte wieder eine gelbe Sandkuppe steht, hinter der man hundert weitere ahnt. Bedeutender als die Rajan-Dünen ist der große Zug der Abu Moharriq-Düne, der nahe dem Bahr el Uah die Wüste durchschneidet. Er hat eine Breite von 4—6 km und eine Länge von mindestens 650 km; er umfaßt mehrere parallele Reihen, die oft durch Felstennen geschieden sind (vgl. T. II, 4). Besonders reizvoll ist die Ghart el Ghorabi am

nordöstlichen Eingang der Baharije, die bei einer Breite von rund 150 m ebenfalls mehrere 100 km lang ist; sie enthält nur 2—3 Kuppenreihen; die einzelnen Kuppen werden höchstens 20 m hoch. All diese Dünenreihen ziehen entsprechend den vorherrschenden nord-nordwestlichen Winden meist schnurgerade nach SSO[1]). An den Ghart el Ghorabi beobachtet man von der Baharije aus eine leicht gegen W konkave Krümmung. Von weiten erscheint das Profil der Reihendüne sehr regelmäßig als das einseitiger Wellen mit der steilen Leeseite im S. Echte Barchane habe ich nur in geringer Zahl und nur in der Abu Moharriq-Düne an dem Wege nach Minieh gesehen. Sie blicken selbstverständlich nach S. Die gewöhnliche Form der Einzeldüne ist die einer einseitig gebauten Kuppe von langovalem Grundriß; man kann sie sich leicht vorstellen als Barchane ohne hufförmigen Ausschnitt, mit dem stumpfen Eirund leeseits und einem nach vorne gerückten stumpfen Gipfel[2]). Häufig zieht ein Kamm die Leeseite herab oder auch ganz von hinten nach vorne. Der Kamm scheidet eine flachere und eine steilere Seite; die Steilseite kann im O oder im W liegen. Der Kamm und diese Einseitigkeit sind durch Seitenwinde erzeugte, der ursprünglichen Form aufgeprägte Kleinformen[3]); Beweis dafür ist das Vorkommen von Doppelkämmen, von denen der eine nach O, der andere nach W blickt (vgl. Abb. 11). Die

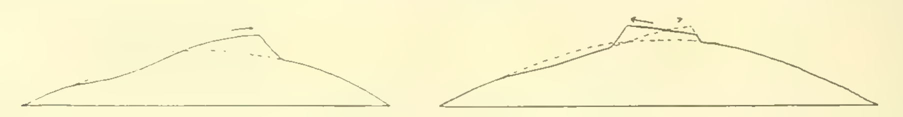


Abb. 11. Kuppendüne mit Längskamm und -doppelkamm. Schematisch.

Kämme sind manchmal gekrümmt und dadurch längsgestellten Barchanen ähnlich; doch die Krümmungsmitte liegt dann meist zwischen zwei benachbarten Kuppen und tiefer als diese.

Zwei wichtige Fragen sind angesichts dieser Gebilde zu beantworten: 1. wie sich die einzelne Sandkuppe zu Walthers Urdüne und zum Barchan verhalte; 2. wodurch die ungeheure Längenausdehnung der Reihen zu erklären sei.

In kleinen Reihendünen westlich des Gebel Hefhuf kann man flache, leicht nach vorne ansteigende Sandschwellen den höheren Kuppen ein- und vorgeschaltet sehen (Tafel II, 2, links). Diese Schwellen sind anscheinend dasselbe wie Walthers Urdünen. Da die Schwellen stellvertretend zwischen den Kuppen auftreten, so müssen diese, weil höher, als Abkömmlinge jener betrachtet werden. Da andrerseits auch der Barchan als Abkömmling der Urdüne gilt, so tritt die Kuppe als Geschwister neben den Barchan. Ein einzigesmal habe ich beide Formen in einem Stück vereinigt gesehen (T. II, 5). Warum aber entsteht sonst einmal eine Kuppe, das andremal ein Barchan? Vergleicht man die beiden, wo sie miteinander auftreten, ihrer Masse nach, so zeigt sich die Kuppe höher und — mangels der Hufkerbe — massiger denn der Barchan. Vielleicht darf man daraus schließen, daß die Kuppenform da entsteht, wo mehr Sand verfügbar ist. Es ist mir aufgefallen, daß auf dem Fajumweg keine, auf dem südlichen dagegen mehrere Barchane in der Abu Moharriq-Düne zu sehen waren, ferner daß Leuchs[4]) zahlreiche Barchane aus der südlichen

[1]) Vgl. v. Stromers wertvolle Windtabellen (1914, 4 f.).

[2]) Isolierte Dünen dieser Art beschreibt Günther aus Amerika a. a. O. 143.

[3]) Nach v. Stromer ebda. 22.

[4]) Geol. Rundsch. 1914, 44.

Großen Oase erwähnt. Der Sand all dieser Dünen stammt aus der Breite von Moghara im nördlichen Teile der Wüste. Ist es nicht anzunehmen, daß er gegen Süden weniger wird und daß zugleich damit die massige Dünenform einer mehr skeletartigen — eben dem Barchan den Platz räumt? Die Sachlage bedarf noch der Aufklärung.

Bei verschiedenen Dünenforschern, besonders bei Passarge und Solger findet man mehr oder weniger deutliche Hinweise auf das Grundgesetz der Sandverteilung in der Wüste, welches ich in folgendem Satz ausdrücken möchte: aller Wüstensand sammelt sich im Windschatten. Man spricht seit langem von Hindernissen, hinter denen sich der Sand sammle; man sollte richtiger sagen, der Sand sammle sich hinter Schutzwällen, die für den Wind Hinternisse darstellen. Als Schutzwälle dienen Pflanzen, Steine — auch größere Sandkörner — nischenbildende Wände von Wadis, leeseitige Vorsprünge von Schichtentafeln, befeuchtete Sandrücken, besonders aber auch die Dünen selbst. Von Grasschöpfen in der Hattije gehen Dünen aus, deren Höhe und Länge in gar keinem Verhältnis steht zu jenen geringfügigen Gegenständen; die Düne vermag eben schon als niedriger Haufen einen Schatten zu werfen, in dem neuer Sand sich sammeln und jene vergrößern kann. Vor die erste Kuppe[1]) legt sich die zweite und noch tausend können sich anreihen. Damit wäre die Länge der Reihendünne erklärt, aber noch nicht ihre Schmalheit. Bedenken wir jedoch, daß jenes Hindernis den Wind nicht vernichtet sondern lediglich ablenkt, beobachten wir ferner, daß an den Seiten der Reihendüne alle Anzeichen heftigster Abblasung (Fels-

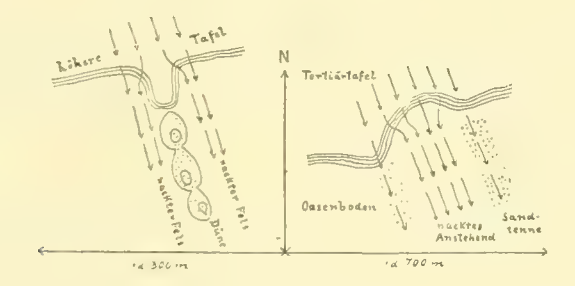


Abb. 12. Sandanhäufung neben Windstraßen, hinter Tafelvorsprüngen (am Wege nach Minieh und in der Baharije nordöstlich von G. el Dist). Schematisch.

tennen mit Windschliffen, Fehlen des Sandes) gegeben sind, so wird uns klar, wo der abgelenkte Wind seinen Lauf nimmt und warum die Reihendüne so schmal werden kann; die Landstreifen neben der Reihendüne sind Windstraßen; der Dünenstreif selbst liegt in einem Gebiet verminderter Windstärke, wenn man will: im Windschatten. Leuchs[2]) hat zur Erklärung der Längsreihendünen das Dasein von Windstraßen angenommen; doch die Windstraße liegt nicht in der Dünenreihe, sondern neben derselben; sie ist nicht ein Streifen, auf den der blasende Wind beschränkt wäre, vielmehr, der überall blasende Wind arbeitet auf ihr mit besonderer Stärke — während nebenan einem schwächeren, langsameren Strom

---

[1]) Oder den ersten Barchan, vgl. Hedin, Sc. Results of a Journey in Central Asia 1899—1902, Stockholm 1904, Bd. I, Kap. 22.

[2]) Geol. Rundsch. 1914, 44.

seine Sandgeschiebe entfallen und die Düne bilden. — Warum in anderen Wüsten statt der Längsreihendünen Querreihendünen entstehen, die zu keinerlei Windstraßen in Beziehung stehen, wissen wir nicht. Und die Frage, ob auf die Längsreihendüne — genauer: auf deren Längsprofil — die Wellentheorie angewendet werden könne, soll hiemit aufgeworfen werden.

3. Tektonische Forschungen.

Der Begriff der Tektonik hat in der letzten Zeit stark zwischen weit und eng geschwankt. Man hat ihn ursprünglich nur auf Brüche und Falten, dann auch auf Überschiebungen, überhaupt auf die Gebirgsbildung angewendet. Inzwischen war man jedoch auch auf Gräben und Horste, auf Geosynklinalen und Festlandsgrenzen, auf weitgespannte Mulden und Dome (im nordamerikanischen Mittelland), auf Salzhorste und auf die „saxonische Faltung" aufmerksam geworden und hat sich gefragt, ob dies alles Gegenstände der Tektonik seien oder nicht. Offenbar ist es noch zu früh, eine auf Kenntnis der Ursachen beruhende Zusammenstellung sämtlicher Bauformen zu fertigen; wir dürfen sogar überzeugt sein, daß wir noch gar nicht sämtliche Bauformen kennen. Also mögen Systeme und Begriffe vorläufig abseits bleiben vom Wege der Induktion, der immer der sicherste gewesen ist und allein das Neue gefunden hat. Hier haben wir von dreierlei „tektonischen" Gegenständen zu handeln, von denen der letzte als eine neue Art erscheint.

A. An der Wüstentafel habe ich nur weniges beobachten können. Sie liegt nicht völlig horizontal — was manche für Tafelländer annehmen — sie fällt auch nicht regelmäßig leicht nach N ein. Mit freiem Auge beobachtet man überall leichte Neigung und Schwankung. Vielleicht gelingt es einst mit Hilfe guter topographischer Karten, ein System in diesen Verbiegungen zu erkennen[1], wie man ein solches im nordamerikanischen Mittelland erkannt hat; oder man wird bei der Erkenntnis landen, daß alle Tafelländer stets einen unregelmäßig flachwelligen Bau zeigen, der lediglich ein Zeichen hohen Alters ist. Am Bahr el Uah beträgt die Schichtneigung 5°, in der südöstlichen Wand der Baharije haben Ball und Beadnell noch höhere Grade gemessen (vgl. S. 48). Kein Parallelismus der Formen, keine Begleiterscheinungen gebirgsbildender Art erlauben es, diese Verbiegungen auf bekannte Ursachen zurückzuführen. Das gleiche muß von den kleinen Verwürfen gesagt werden, die aus dem gut durchforschten Niltal bekannt sind, und wie sie vermutlich auch in Wüstentafel später gefunden werden.

B. Freilich, diese Verbiegungen und Brüche treten zurück hinter die größere Erscheinung, der nordwärtigen Neigung der Wüstentafel, die man an Hand der Karten feststellen kann. Man kann diese Erscheinung als eine sedimentäre oder als eine epirogenetische ansehen.

C. Außer diesen Störungen gibt es noch eine dritte Gruppe umfassend kleine Dome und Mulden, Falten und Verwürfe, bisher noch nicht genauer beschrieben.[2])

[1]) Lyons, Quart. Journ. 1894, hat Versuche in dieser Richtung angestellt, ohne über ein Schema hinauszugelangen.

[2]) Vgl. Schweinfurth, Pet. Mitt. 35, 1889, 1 f.; Walther, Bull. Inst. Egypt. 1888; Ball und Beadnell, a. a. O. T. VII; Blanckenhorn, Zeitsch. d. g. Ges. 1901, 60 ff.; Beadnell, Abu Roasch, Geol. Surv., Cairo 1900 (Karte und Profile), ders. Quart. Journ., London 1909, 41 ff.; Dacqué, Palaeontogr. 30.

Diese von Schweinfurth und Walther zum erstenmal gefundenen Erscheinungen lassen sich keincr bisher bekannten tektonischen Störung gleichsetzen. Man hat sie als Faltung und Gebirgsbildung bezeichnet, auf Einbrüche und Granitintrusion zurückzuführen versucht. Wer sich mit Kalilagern beschäftigt hat, wird unterirdisches Salz, und wer auf den stets benachbarten Basalt ein besonderes Augenmerk richtet, wird unterirdische Bewegungen basaltischen Magmas für jener Entstehung verantwortlich machen. Ich möchte hinsichtlich dieser Erklärungen lediglich aussprechen, daß ich die Erscheinung nicht als Ergebnis einer Gebirgsbildung betrachte; bildliche Darstellung und induktive Beschreibung sind vorläufig die einzigen Wege zum Verständnis dieser Gegenstände. An Hand der angegebenen Darstellungen und meiner Abbildungen 13, 14, 15 und Tafel III läßt sich folgendes aussagen.

a) In der Baharije beginnt die Störungszone in einer Ecke der Westwand; bei Ain el Haiss: aus der horizontalen Kreidetafel entwickeln sich zwei ungefähr W—O streichende, gegeneinander blickende Flexuren, von denen die nördliche flach, die südliche steil bis senkrecht ist; zwischen ihnen setzen mehrere kleine Längsverwürfe durch. Dieses System leitet gegen O in eine nordöstlich streichende Mulde über, deren Nordwestflügel flach, deren Südostflügel ziemlich steil geneigt ist. 6,5 km vom Anfang der Störungen schließt sich die Mulde durch Einschwenken der Schichten. Quer zum Streichen stellt sich beiderseits der Mulde horizontale Lagerung ein. Ohne Zweifel haben wir eine Erscheinung der Senkung vor uns.

b) Geht man nach NO weiter, so erreicht man nach 3 km einen großen Tafelberg mit Eisenquarzitdecke, dessen nördlicher Teil und nordöstliches Nachbargelände in anscheinend regelloser Weise, doch nur schwach verbogen sind. Nach weiteren 3 km steht man vor einem kleinen Kalkzeugen, der deutlich gemuldet ist mit flachem NW-, steilen SO-Schenkel.

c) Gleich daneben liegt der 2 km lange Muldenzeuge der Abbildung 13, die für sich selber spricht; hier ist starke Neigung auf der NW-Seite.

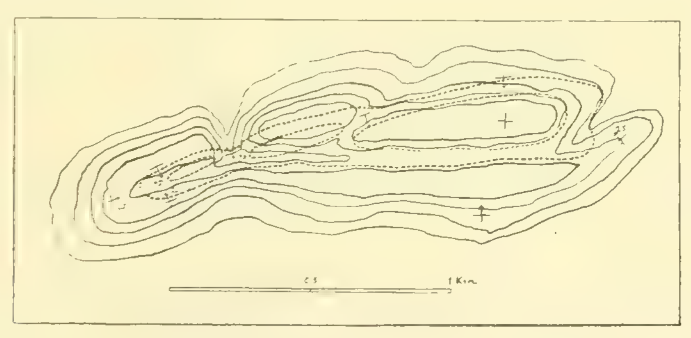


Abb. 13. Muldenzeuge, 60 m hoch, Höhenkurven in etwa 15 m Abstand; äußere Schichtenkopflinie = Hangendgrenze des Hornsteindolomits, innere = roter und gelber Kalk des Profils 6, T. II.

d) Es folgt ein kleiner Zeuge, dessen Schichten nur nach SO einfallen, dann ein mächtiger Muldenzeuge, der etwas außerhalb der allgemeinen Streichlinie einsetzt, doch nachher in diese einschwenkt; er besitzt einen Kern aus Mitteleocän, das auf Kreide über-

greift. Die stärkste Neigung ist auf der NW-Seite; im NO endet er an einer kleinen ostwestlichen Verwerfung, die ihn relativ senkt; jenseits herrscht flaches Nordfallen. Weiterhin sind bald wieder Spuren einer Muldung zu sehen.

e) Nach längerem Zwischenraum folgt in der gleichen nordöstlichen Richtung der lange Muldenzeuge Hefhuf (Abb. 14), in dem die stärkste Neigung bald auf der einen, bald auf der anderen Seite sich zeigt. Neuartig sind seine Verhältnisse dadurch, daß seine Mulde stark in die Länge gezogen und in der Mitte eine Strecke weit gedoppelt ist und mit einer Drehung des Streichens nach N an Basalt endet; dieser stößt ab an den Schichten und dringt auch horizontal in diese ein.

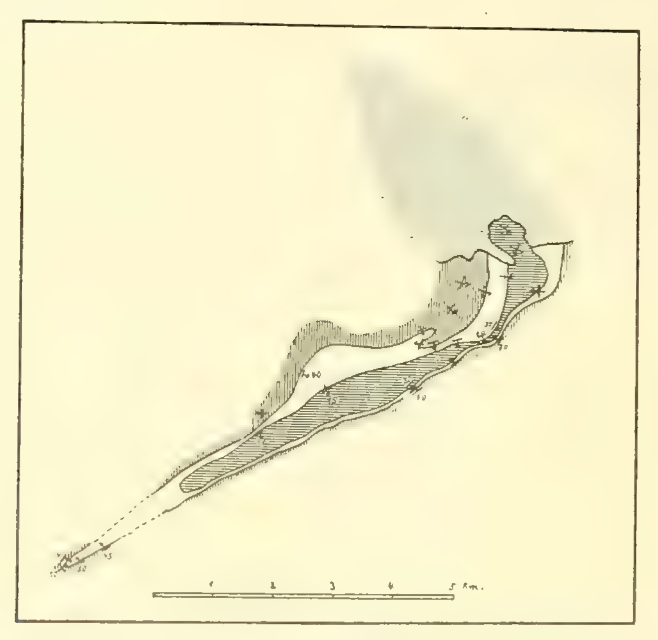


Abb. 14. Geologische Kartenskizze des Muldenzeugen Hefhuf (60 m hoch): außen Hornsteindolomit, mitten Sandsteine und Kalke, innen Knochenbett und hangende Kalke, im N Basalt. 1:125000.

f) Nach einem ebenso großen Zwischenraum, in dem nichts beobachtet werden kann, sieht man am Ostende des großen dreieckigen Zeugen bei Harra wieder regellos und leicht verbogene Schichten. Es ist fraglich, ob diese Verbiegungen noch zu der Störungszone gehören.

g) 13 km nördlich von hier liegt der Gebel Ghorabi. Dieser ist in ONO durch einen Verwurf geteilt, der den südlichen Teil um 10 m relativ senkt und nach W und O je 2,5 km weit verfolgt werden kann. An der Westseite des Berges kann man in der cenomanen Unterlage des horizontal übergreifenden Eocäns nahe dem Verwurf eine leichte Wellung feststellen. Die Schichten, besonders das Eocän, sind stark durch Lösungen umgewandelt.

h) All diese Umstände und der weitere, daß 5 km östlich des G. Ghorabi in der Richtung dieser Verwerfung ein Dom sich erstreckt, sprechen für eine große Bedeutung

der tektonischen Erscheinungen. Der Dom (Abb. 15), welcher gleich östlich der Ghorabi-Düne einsetzt, ist stark exzentrisch gebaut, hat seine Kuppe im äußersten SW und dankt sein Dasein offenbar einer Hebung. Die Kuppe aus Untereocänkalk ist durch Lösungen beeinflußt, bunt gefärbt und verkieselt. Weiter ostsüdöstlich liegt Gart el Homra, eine Hügelgruppe aus verkieselten und eisengeschwärzten Schichten.

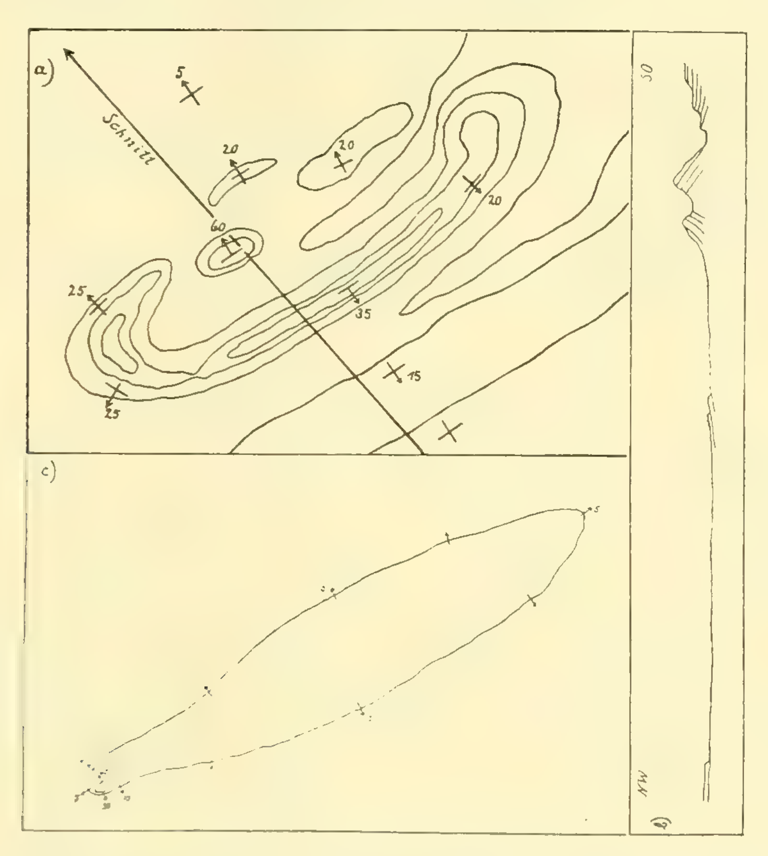


Abb. 15. Dom östlich der Ghorabi-Düne; a) Höhenkurvenkarte der Kuppe mit 2,5 m Kurvenabstand 1:1000, b) Querschnitt 1:2000, c) Streichkurvenkarte des ganzen Doms, außen höhere, innere tiefere Schicht, schematisch, 1:10000.

i) Ein ähnlicher Dom, regelmäßiger gebaut und mit nur geringer Schichtneigung, liegt in derselben ostnordöstlich streichenden Linie gleich westlich vom Bahr el Uah. Er hat eine Länge von etwa 4,5 km und ist in der Längsachse geöffnet. Der Weg zum Fajum führt mitten durch ihn. Seine Gesteine sind mitteleocän. Zwischen dem Bahr und Abu Roasch sind weitere für den Tektoniker bedeutsame Gegenstände nicht bekannt; man müßte denn als solche den Basalt beim Gebel Hadahid (südwestlich von Wadi Rajan) und den Basalt des Qerunplateaus ansehen.

k) Hochwichtig jedoch ist das Kreidegebiet von Abu Roasch, das in Form einer Raute die Eocäntafel durchbricht und ans Niltal grenzt. Die lange Rautendiagonale zieht nordöstlich, ungefähr in der Linie jener Dome. Von dem Nordostzipfel des Gebietes habe ich

mit den einfachsten Mitteln eine Karte (Tafel II) gezeichnet, die größer und genauer als die Beadnells ist, die aber leicht durch eine bessere übertroffen werden könnte — so überaus verwickelt und bis ins kleinste überraschend sind die tektonischen Verhältnisse. Kurze Mulden und Dome von ganz verschiedenen Größen, unaufhörliches Wechseln des Fallens und Streichens, doch Fehlen jeder Überkippung, Verwürfe, die aus Schichtflächen hervorgehen und wie diese absonderlich gekrümmt sind, die schmale Horste allseitig umgrenzen oder alle anderen Fugen willkürlich durchschneiden, Auftreten von Basalt in der Nachbarschaft, von Thermalmetamorphose an verschiedenen kleinen Plätzen (in kreidigem Kalk: Golea-„Sandstein") das sind die wesentlichen Züge, die sich aber vorläufig nicht in ein bestimmtes Antlitz fügen wollen. Das gesamte Kreidegebiet ist gehoben; das übergreifend aber flach aufgelagerte Eocän hat diese Verbiegung, wenngleich in kleinem Betrage, miterlitten.

Südlich der Oase Chargeh und bei Qeneh, 400 km südöstlich der eben durchmessenen Strecke werden ähnliche tektonische Erscheinungen gefunden.

4. Über Basalt und Thermenwirkung.

Das Vorkommen von intrusivem Basalt in der Baharije[1]) ist auf v. Stromers (I) Karte dargestellt und von Zirkel[2]) untersucht worden.

Erwähnenswert ist nach den vorhandenen Ergebnissen lediglich folgendes.

Auf der Basalttafel des Gebel Majesra gibt es 14 kreisrunde Ringwälle (Abb. 16) von 10—40 m Durchmesser, bis zu 4 m Höhe und einer zentralen Schüssel, die bis 2 m tief wird. Der Basalt der Ringwälle zeigt im Gegensatz zu dem umlagernden richtungslos zerklüfteten eine schön konzentrische, auswärts fallende Klüftung, deren Neigungswinkel gewöhnlich nach außen zunimmt. Der Schüsselboden ist meist mit Sand bedeckt; er besitzt manchmal einen Auslaß mit Gefälle zur Tafeloberfläche; wo der Sand fehlt, zeigt sich auf dem Boden der Schüssel eine unregelmäßig konzentrische, fast senkrechte Klüftung. Vermutlich hat man es mit Förderschlöten zu tun, deren Magma unter größerem Druck als der übrige Basalt erstarrt ist und so ein mehr kompaktes und gerichtetes Gestein gebildet hat.

Zahlreicher als die Basaltvorkommen sind die Ergebnisse einer Infiltrations-Metamorphose, die man wohl größtenteils auf die basaltischen Eruptionen beziehen kann. Es gibt in dem besuchten Gebiet fast keine Stelle, die nicht einen Blick auf schwarzbraune Zeugen aus „Eisenquarzit" erlaubte[3]).

Besonders Sandsteine und Kalke (Dolomite) haben durch solche Einflüsse gelitten.

Gelbe Sandsteine werden bei der Umwandlung zuerst bräunlich und nehmen braunviolette Knötchen auf. Hierauf werden die Knötchen schwarz und immer häufiger; „Sandsteingänge" d. h. schmale mit Eisenlösung verkittete Partien und Eisenschwarten durchziehen nun das Gestein oder umschließen als unregelmäßige Hohlformen Teile des ursprünglichen oder auch gebleichten Sandsteins. Letztendes entstehen schwarze und sehr harte Eisenquarzite. Barytlösungen haben Sande zu Kügelchen oder zu Krystallsandstein verkittet.

[1]) Und am Gebel Hadahid.

[2]) Vgl. Zittel, Palaeontogr. 30, 1883, 64.

[3]) Vgl. Ball und Beadnell, a. a. O. 61 ff.

Kalk wird rötlich, violett, dunkelbräunlich und verwandelt sich dann in zelliges, schaliges oder knolliges Brauneisen[1]) oder in ockerigen Erbsenstein (G. Ghorabi, vgl.

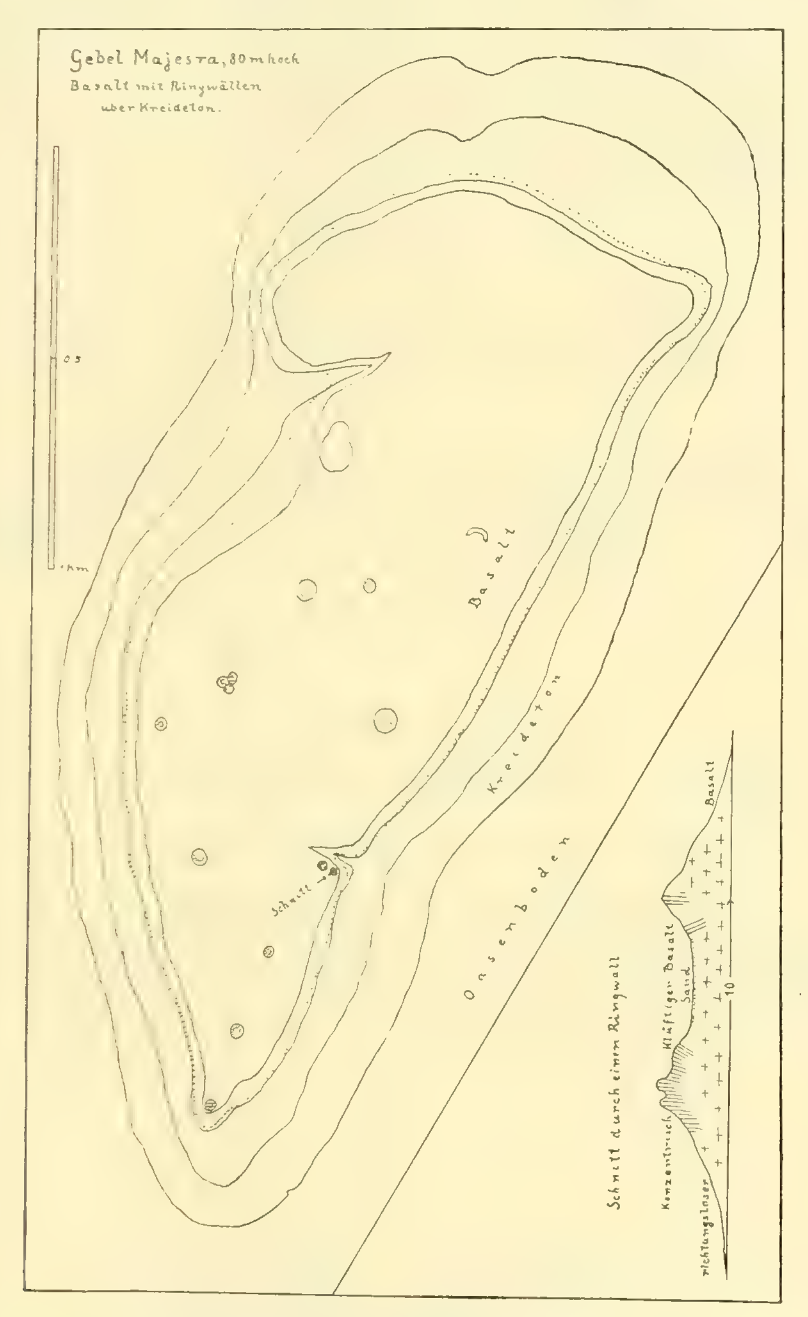


Abb. 16. Basalttafelberg Majesra, Baharije.

[1]) Analyse bei Ball und Beadnell a. a. O. 63.

v. Stromer I, 28 f.); Kieselzufuhr erzeugt Lößkindlformen oder Kügelchen, die mitunter hohl sind. Dolomit wird mehr körnig und glänzend, zuletzt hornartig dicht und je nach Stärke der Eisenzufuhr hellbraun bis schwarz und limonitisch.

Auch Tone werden beeinflußt, wenngleich in geringerem Grade und in weniger ausgedehntem Maße. Braune, rote und violette Farben nehmen die tiefste Schattierung an; schwarzblaue und graublaue Farben, Brauneisenknollen und weiße Konkretionen stellen sich ein, bei Kieselzufuhr auch Verhornung (grün).

Die „Eisenquarzitformation“ Balls und Beadnells besteht gänzlich aus solchen Erzeugnissen der Umwandlung, die auf dem G. Ghorabi am besten zu beobachten ist. Hier führt das Brauneisen eocäne Fossilien, während es weiter im Süden Kreidefossilien enthält.

Eine eigenartige Thermenwirkung habe ich auf dem Eocänplateau zwischen Bahr el Uah und Ghorabi-Düne beobachtet: Kalkspat, senkrechte Röhren in Kalkplatten erfüllend oder in Gestalt wulstiger Ringe aus solchen aufragend; die Durchmesser der Röhren und Ringe erreichen 60 cm.

Das Alter des Basalts und der Infiltration ist sicher nacheocän, vermutlich auch jünger als die Gebel-Ahmar-Talha-Formation, welche nach v. Stromer (I, 17 f.) ebenfalls noch durch Lösungen beeinflußt ist. Und da der Basalt in der Nähe des Fajums älter ist als miocän (v. Stromer I, 55), so darf für den hiesigen wohl das gleiche — etwa oberoligocäne — Alter angenommen werden.

Tafelerklärung.

Taf. I. Querschnitte durch die Kreide- und Eocän-Schichten der Baharije-Oase Ägyptens. (Erklärung im Abschnitt 1.)

Taf. II. Tektonische Karte des nordöstlichen Teiles des Kreidegebietes von Abu Roasch bei Cairo. (s. S. 41 f.)

Taf. III. 1. Gebel Mandische, Baharije-Oase; Rutschung einer Basaltplatte, dieselbe scheinbar verdoppelnd (S. 34 f). 2. und 3. Reihendünen nordwestlich vom Gebel Hefhuf, Baharije-Oase, von Grassteppe ausgehend, stromaufwärts gesehen (S. 36). 4. Reihendünen am Ostende des Abu-Moharriq-Dünengürtels, am Wege Baharije-Minieh, stromabwärts (gegen SSO) gesehen. 5. Sichel- und Kuppendüne in einem Stück, aus der gleichen Gegend, stromaufwärts (gegen NNW) gesehen (S. 36). (Erklärung s. S. 44.)

Berichtigung.	S. 34,	Z. 15		statt Taf. II	lies Taf. III
	35,	2		„ „	„ „
	35,	letzte		„ „	„ „
	36,	12 von unten		„ „	„ „
	36,	17 „ „		„ „	„ „

Erklärung.

allgemein:
quadriert Kalk u. Dolomit
punktiert Sandstein
ohne Bez. Ton

besonders:
Cer. Ceratodus (-Schicht)
Eo Eocän mit Nummuliten
Eq Eisenquarzit aus Kreidesandstein umgewandelt
Fe Brauneisen aus Kalken u.
Wändchen aus bunten Cenomantonen
Gi Gigantichthys des Senon
Gr Gryphaeenkalk des Senon
Hk cenomaner Hornsteindolomit oder -Kalk
Ki Kieselhölzer

6 SO – NW

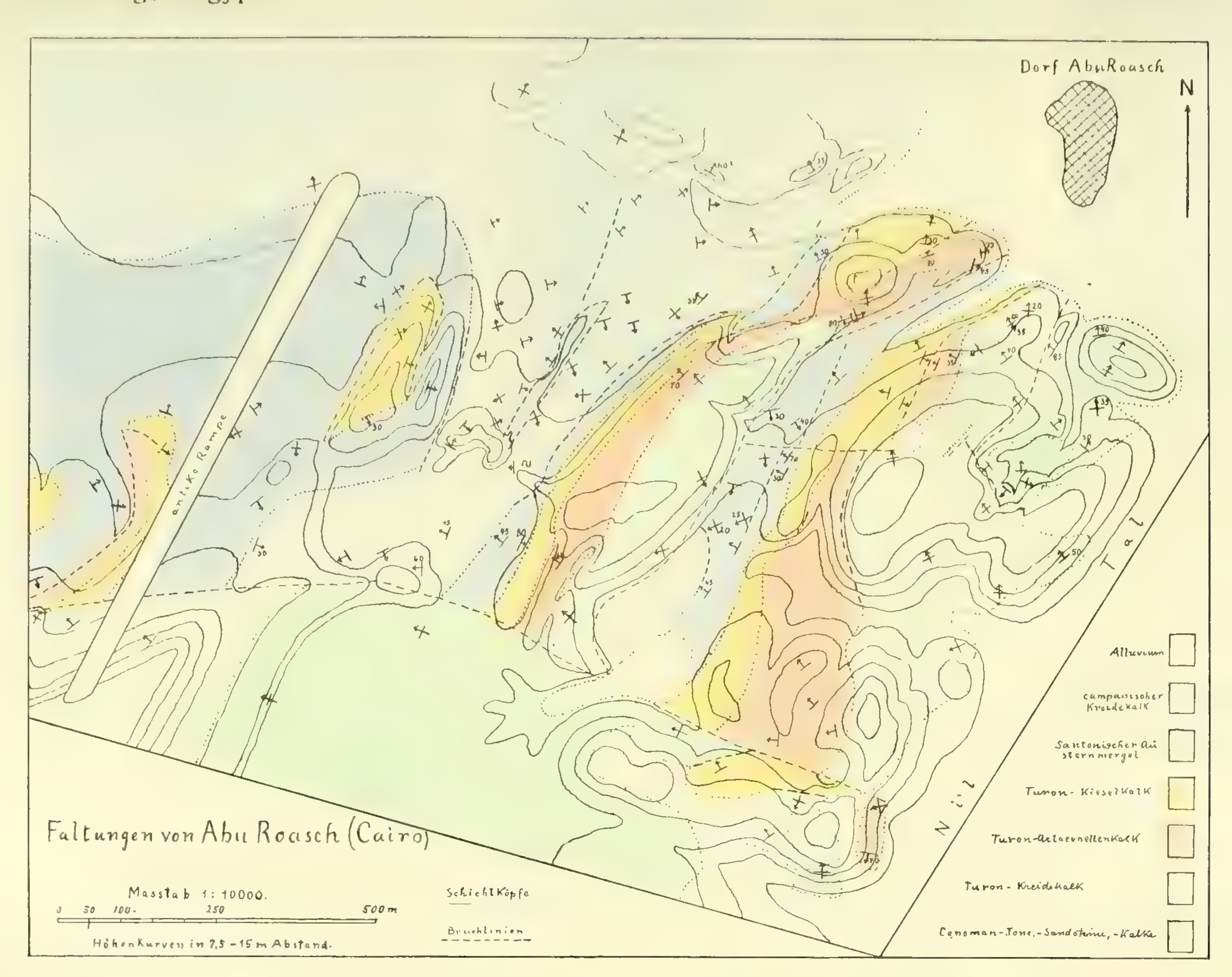
4 SO – NW

3. SO – NW

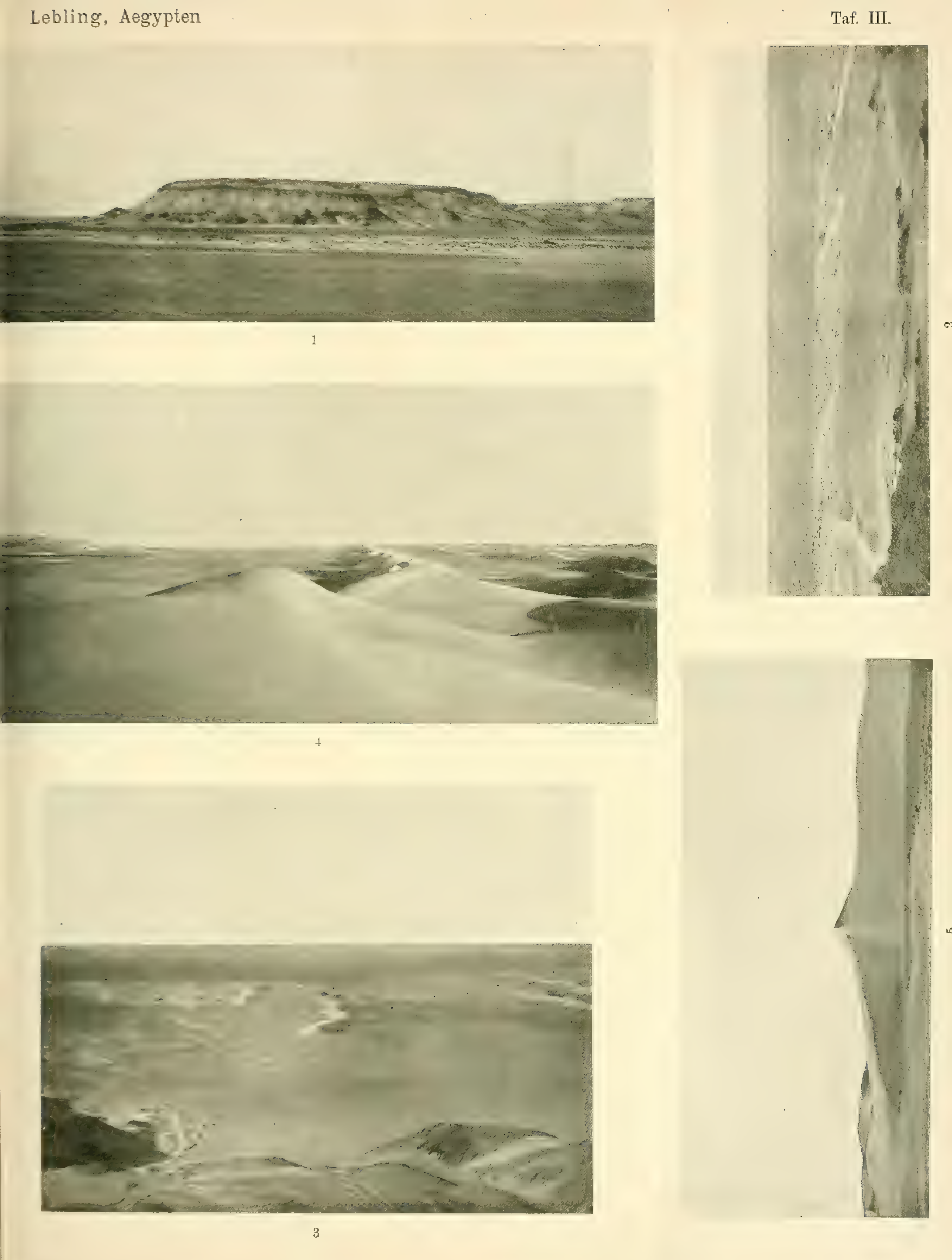



Erklärung.
quadnert Kalk u. Dolcmel
punkciert Sandstein
chne Bez Ton
besonders:
Cer Ceratodus (-Schicht)
Eo Eocän mit Nummuliten
EQ Eisenquarzit aus Kreide-sandstein umgewandelt
Din Dinosaurier u. Farnschicht
Fe Brauneisen aus Kalken u.
nantonen
Gi Giganticht hys des Senon
Gr Gryphaeen Kalk des Senon
Hn Hornsteinsole mit oder Kalk
Kieselhoizer
Kn Knochenbett
S - N
O - W
S - N
N - O
SO NW
SO NW
SO - NW
1
2
3
6
7
8
9
10
11
Cer
Din
Hn
Gr
Fe
EQ
Eo
Stratigraphische Querschnitte aus der Baharije-Oase (vom Oasenboden aufwärts, vgl. Abb. 2 im Text).




Dorf AbuRoasch
N
antike Rampe
Tal
Nil
Alluvium
campanischer Kreidekalk
Santonischer Austernmergel
Turon-Kieselkalk
Turon-Actaeonellenkalk
Turon-Kreidekalk
Cenoman-Tone, -Sandsteine, -Kalke
Faltungen von Abu Roasch (Cairo)
Masstab 1:10000.
0 50 100 250 500m
Höhenkurven in 7,5-15 m Abstand.
Schichtköpfe
Bruchlinien





1

4

3

2

5



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 2. Abhandlung

Vergleichend anatomische Untersuchungen über den Darmkanal fossiler Fische

von

L. Neumayer

Mit 4 Tafeln

Vorgelegt am 12. Juli 1919

München 1919
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Im Anschluß an Untersuchungen über die Entwicklung des Spiraldarmes bei Ceratodus Forsteri[1]) teile ich im folgenden die Ergebnisse von vergleichend anatomischen Untersuchungen mit, welche ich an zahlreichen Exemplaren von fossilen Fischen verschiedener geologischer Perioden auszuführen Gelegenheit hatte.

Eine kurze zusammenfassende Darstellung der Resultate vorliegender Arbeit wurde in einem Vortrage auf der 28. Versammlung der anatomischen Gesellschaft in Innsbruck[3]) gegeben.

Für das Entgegenkommen, welches ich bei der Sichtung des für diese Arbeit verwandten fossilen Materiales im Münchener paläontologischen Institute, beim Besuche des geologisch-paläontologischen Institutes und Museums in Berlin, des mineralogisch-geologischen Museums in Dresden, des Hofmuseums und des paläontologischen Institutes in Wien, der paläontologisch-geologischen Sammlung des Naturalienkabinetts in Stuttgart und der paläontologischen Sammlung des Lyzeums zu Eichstätt fand, spreche ich auch an dieser Stelle den geziemenden Dank aus.

Zahlreiche Befunde der Paläontologie zeigen, daß außer den Hartgebilden des tierischen Körpers, z. B. Knochen, Zähnen und Schuppen, auch die Weichteile, das Malakom, in fossilisiertem Zustande vorkommt. Ich unterscheide hier nicht, ob es sich dabei um die fossilisierten Organe selbst oder nur um den Abguß derselben handelt. Jedenfalls kann als sicher gelten, daß z. B. wenig widerstandsfähige Organe der Wirbeltiere, so Herz, Blutgefäße, Zentralnervensystem und periphere Nerven, Lungen, Schwimmblase, Hoden und Ovarium mit wohlerhaltener Oberflächenzeichnung fossilisiert vorkommen und auch zarteste wirbellose Tiere, wie z. B. Medusen in ausgezeichnetem Erhaltungszustand fossil gefunden werden. Darüber haben zahlreiche Untersuchungen einwandfreie Beweise erbracht.

Wie weit übrigens die Erhaltung feinster Strukturen bei der Fossilisation des Malakoms gehen kann, das beweisen die Untersuchungen von O. Reis.[4]) Er konnte an fossilisierten Muskeln von Wirbeltieren und, wenn auch weniger

gut, von Wirbellosen, als Erster mikroskopisch eine Quer- und Längsstreifung beobachten, wobei er die dunkle Streifung der differenzierten, in Quer- und Längsrichtung angeordneten Fibrillensubstanz, die helle Masse, welche als Träger der Streifung erscheint, der einfachen Zwischensubstanz gleichstellte.

Auch vom Darmkanal wissen wir, daß er in allen seinen Abschnitten in fossilisiertem Zustand erhalten sein kann und zwar in situ, d. h. im Leibe des Muttertieres gelegen oder frei in Form der sogenannten Koprolithen. In ersterem Falle finden sich die Gedärme bei Fischen in mehr weniger gefülltem Zustande in der Leibeshöhle zwischen der linken und rechten Seite der Leibeswand des Tieres eingeschlossen und wurden von L. Agassiz[5]) anatomisch nicht korrekt als „Cololithen" bezeichnet zum Unterschiede von den außerhalb des Tierkörpers gefundenen Koprolithen.

Auf Grund von Befunden bei zahlreichen fossilen Wirbeltieren ist es nun möglich, ein relativ vollständiges Bild über die Morphologie verschiedener Abschnitte des Darmkanals bei fossilen Wirbeltieren zu gewinnen, das interessante Schlußfolgerungen in vergleichend anatomischer und phylogenetischer Hinsicht zu ziehen erlaubt.

Ich beschränke mich bei der Beschreibung des fossilen Darmkanals auf den Mitteldarm der Fische, welcher in gleicher Weise wie der rezente im wesentlichen drei typische Formen unterscheiden läßt: den gerade verlaufenden, den Spiraldarm und den in Schlingen angeordneten Mitteldarm.

Den primitivsten Zustand bei rezenten Fischen finden wir bei den Cyclostomen, wo der Mitteldarm, wie in frühesten Entwicklungsstadien bei allen Wirbeltieren, einen geraden Verlauf aufweist, der bei Petromyzon aber schon von einer dorso-ventral verlaufenden Schleimhautfalte durchzogen wird.

Auch bei Gnathostomen findet sich noch der gerade Verlauf des Darmrohres, so unter den Dipnoern bei Ceratodus und Lepidosiren. Aber hier haben die Verhältnisse bereits eine Weiterbildung erfahren, indem der größte Teil des Mitteldarmes von einer spiraligen Falte durchzogen wird, welche im ausgebildeten Zustand bei Lepidosiren fünf und bei Ceratodus neun Windungen bildet, die in einiger Entfernung vom Anfang des Mitteldarmes beginnen. Verschiedene Zustände weist der Mitteldarm bei Selachiern auf, wo bei primitiven Formen, wie Chimära 3, bei Heptanchus 20, bei Lämargus 23 Spiraltouren zu zählen sind, während höher stehende, wie Pristiurus und Squatina neun, Acanthias sieben besitzen.

Ein auffallendes Verhalten zeigt der Spiraldarm bei den Ganoiden. Hier geht beim Stör dem spiralig gedrehten Abschnitt eine klappenfreie, in eine Falte gelegte Strecke der Darmschleimhaut voraus, während bei Polyterus

unmittelbar am Pylorus eine gerade verlaufende Falte beginnt, die distal in die fünftourige Klappe übergeht. Bei Amia und Lepidosteus nimmt sie mit drei Windungen den letzten Abschnitt des bereits in eine Schlinge gelegten Mitteldarmes ein und erscheint bei letzterem zudem rudimentär.

Von großer Bedeutung für den Vergleich des fossilen und rezenten Spiraldarmes und die Kritik des fossilen Materiales in phylogenetischer Hinsicht sind starke individuelle Verschiedenheiten des Spiraldarmes, welche nach F. J. Parker[6]) von dem Alter der Tiere abhängig sind und die so verschiedene Form aufweisen können, daß, wie J. Rückert[7]) hervorhebt, „man angesichts der Abbildungen Parkers zunächst vermutet, es handle sich um Spiraldärme weit voneinander entfernt stehender Selachier".

Dazu kommt, daß auch weitgehende ontogenetische Verschiedenheiten bestehen, die bei ein und derselben Form je nach frühen oder späten Entwicklungsstadien wesentliche Änderungen im Habitus des Spiraldarmes bedingen. In dieser Hinsicht kann als gesicherter Erwerb nach den Untersuchungen von J. Rückert (l. c.) die Tatsache gelten, daß für die beiden von ihm aufgestellten Typen des Spiraldarmes, des „gerollten" und des „gedrehten" als gemeinsamer ontogenetischer Ausgangspunkt jene frühen Entwicklungsstadien zu betrachten sind, welche schon eine seitliche Einfaltung des Rohres, aber noch keine oder eine geringe Drehung zeigen. Aus dieser frühesten und einfachsten Anlage des Spiraldarmes, auf welche bereits C. Rabl[10]) hingewiesen und die auch von F. J. Parker (l. c.) auf Grund vergleichend anatomischer Tatsachen als phylogenetischer Ausgangspunkt der Spiralklappe bezeichnet wurde, bildet sich nach J. Rückert (l. c.) durch Hinzutreten oder Steigeruug der Drehung die häufiger vorkommende gedrehte Form, durch Steigerung der rinnenartigen Einbiegung die seltenere Abart des gerollten Spiraldarmes.

Ich hebe hervor, daß es mir bisher nicht gelang bei dem von mir untersuchten Material einen Spiraldarm oder eine einem solchen ähnliche Bildung bei fossilen Elasmobranchiern zu finden. Der Grund hiefür liegt darin, daß gut erhaltene fossile Individuen der Elasmobranchier zu den Seltenheiten gehören und, außer im weißen Jura, meist nur Zähne und Flossenstacheln derselben gefunden werden.

Das ist um so auffallender, als gerade diese Gruppe gemäß ihrer Lebensweise als Raubfische nach den Ausführungen von O. M. Reis[4]) durch Ausscheidung von phosphorsauren Salzen, Fluorcalcium und Chlorcalcium aus dem Darminhalt die besten Bedingungen innerhalb des Körpers für die Erhaltung des Darmes und anderer Weichteile bieten mußten.

Dies vorausgeschickt gebe ich im folgenden zunächst eine Beschreibung

der morphologischen Verhältnisse des Spiraldarmes der auf die Selachier folgenden Ordnungen der Croßopterygier, der Ganoiden und Teleostier.

Von einem Vertreter der Croßopterygier, Macropoma Mantelli Ag., sind in den Fig. 1 und 2 zwei Koprolithen in Oberflächenansicht, in Fig. 3 ein sagittaler Medianschliff des in Fig. 1 abgebildeten Stückes gegeben.

Die Identität dieser Gebilde mit Koprolithen, welche zunächst für fossilisierte Tannen- und Lärchenzapfen gehalten wurden, wies zuerst G. Mantell[9]) und W. Buckland[10]) nach, von welchen ersterer in dem Körper von Macropoma Ag. den Koprolithen noch in Verbindung mit dem Magen des Fisches fand und so den sicheren Beweis für die Zugehörigkeit desselben zu Macropoma erbrachte.

Der in Fig. 1 abgebildete Koprolith hat eine Länge von 3,5 cm und eine Breite von 1,7 cm; der zweite, Fig. 2, ist 3,5 cm lang und 1,6 cm breit; übrigens schwanken ihre Größendimensionen zwischen 1 cm und 9 cm Länge, Unterschiede, welche auch durch das Alter der betreffenden Tiere bedingt sein dürften. Die Mehrzahl der in den Sammlungen zu München und Dresden befindlichen Stücke lassen, wie das Fig. 1 zeigt, einen stumpfen und einen spitzen Pol unterscheiden. Doch kommen zahlreiche Varianten vor, worauf bereits H. B. Geinitz[11]) hinwies, nach dem die mannigfachen Formen derselben in der Nähe ihres hinteren Endes am breitesten sind und abgestumpft enden, während sie sich nach vorn langsam verschmälern und stumpf oder abgerundet auslaufen. Die Oberfläche der Koprolithen ist von bandartigen, zirkulären Impressionen bedeckt, welche vom stumpfen gegen den spitzen Pol hin dachziegelartig so übereinander gelagert sind, daß die freien Ränder der Lamellen gegen den spitzen Pol hin orientiert und vielfach fein gekerbt sind. Verfolgt man die Fläche der Lamellen oder deren freie Ränder, so bemerkt man, daß dieselben Spiraltouren bilden, deren Zahl bei dem einen Stück (Fig. 2) 10, bei dem andern (Fig. 1) 12 beträgt, während nach den Angaben von G. Mantell (l. c.) selten mehr als fünf oder sechs Touren gefunden werden.

Verfolgt man die Touren vom spitzen gegen den stumpfen Pol hin, so ziehen die Spiralwindungen in einer von links nach rechts gedrehten Spirale; diese weist jedoch nicht durchgehend gleiche Regelmäßigkeit auf, sondern sie ist an vielen Stücken verschoben und unterbrochen, ein Verhalten, welches in dem verschieden guten Erhaltungszustand der Objekte seine Erklärung findet. Der Verlauf der Spiraltouren auf den Koprolithen ist bei keinem derselben gleichmäßig über den ganzen Körper ausgedehnt; während sie gegen den spitzen Pol in regelmäßigen Touren bis an dessen Ende ziehen, laufen sie gegen den stumpfen Pol in einer langgezogenen Schleifentour aus. Die Koprolithen von

Macropoma Mant. Ag. gehören demnach jener Form an, welche nach der von mir [2]) aufgestellten Klassifikation als heteropolarer Typus zu bezeichnen ist.

Mit diesen Angaben stehen die Befunde von V. Kiprijanoff [12]) in Einklang, nach denen die Macropomakoprolithen bis zu ein Drittel ihrer ganzen Länge keine spiralförmigen Linien aufweisen, während die in divergierender Richtung von dem verjüngten, oberen Teile des Koprolithen ausgehenden Linien bedeutend länger und tiefer sind. Diese Erscheinung rührt, wie Kiprijanoff (l. c) mit Recht annimmt, von dem charakteristischen Bau des Darmkanales von Macropoma her, dessen unterer Teil eine Spiralklappe bildet, welche auf dem Darminhalt einen entsprechenden Eindruck hinterläßt. Daraus kann auch die von G. Mantell (l. c.) hervorgehobene Tatsache erklärt werden, daß einige Koprolithen von Macropoma keine deutlich ausgesprochenen Windungen aufweisen, weil dieselben im oberen, spiralklappenfreien Darmabschnitt lagen, als der Fossilisationsprozeß einsetzte.

Daß die beschriebene lamellöse Oberflächenstruktur auch im Innern der Koprolithen in Erscheinung tritt, läßt sich an Quer- und Längsschliffen mit aller Sicherheit zeigen. Schon Buckland (l. c.) und Kiprijanoff (l. c.) haben derartige Schliffe abgebildet und auch an der Oberfläche lädierte Stücke lassen einen solchen lamellösen Bau erkennen. In der Fig. 3 gebe ich einen medialen Längsschliff des in der Fig. 1 abgebildeten Koprolithen von Macropoma M. wieder. Die am Original dunkelbraune, leicht marmorierte Oberfläche des Schliffes läßt im wesentlichen einen bilateral symmetrischen Bau erkennen; die linke Seite weist zwölf, die rechte, unten lädierte Seite zehn parkettbodenartig aneinandergelagerte Streifen auf, welche in dem mittleren Teil nahe der Achse des Schliffes spitzwinklig ineinander übergehen. Nach oben in der Figur ist diese Anordnung durch einen etwa 1,2 cm langen Spalt gestört; nach unten werden die Übergangswinkel stumpfer und das letzte Blatt der rechten bildet mit dem 9. Blatt der linken Seite an der Übergangsstelle keinen Winkel, sondern einen flachen Bogen. Den am oberen Pol des Koprolithen sichtbaren Spalt, der auch in Bucklands (l. c.) Fig. 6 zu sehen ist, deute ich als zentrales Darmlumen, das in den weiter unten folgenden Abschnitten des Schliffes nicht mehr getroffen wurde. Hier sind die spiralig gewundenen Blätter des Darmes etwas mehr lateral angeschnitten und zeigen demnach einen kontinuierlichen Übergang vom linken in das rechte Blatt entsprechend dem kontinuierlich verlaufenden Blatte der Darmspirale. Aus dem geschilderten Befunde wäre zu schließen, daß in der Achse der Spirale des Mitteldarmes von Macropoma Mant. Ag. zur Zeit der Fossilisation ein Kanal verlief, um den, wie um die axiale Säule einer Wendeltreppe die Darmwand spiralig aufgerollt war. Für

einen derartigen Bau sprechen auch die Bilder, welche Querschliffe dieser Koprolithen bieten. Solche sind von Buckland (l. c.) und Kiprijanoff (l. c.) abgebildet und bieten im wesentlichen eine ähnliche Oberflächenzeichnung, wie der in Fig. 4 wiedergegebene Querschliff eines Macropomakoprolithen der paläontologischen Staatssammlung in München. Die im Originale dunkelbraune, marmorierte Oberfläche desselben zeigt einen zentralen Kern, um den die periphere Zone in bandförmigen Streifen angeordnet ist. Von diesen sind in Fig. 4 auf der linken Seite fünf, auf der rechten drei zu zählen; zum Teil ziehen dieselben zum unteren Rande des in Fig. 4 abgebildeten Stückes, welches hier eine Bruchstelle zeigt, und enden hier frei, zum Teil verlieren sie sich in einer homogenen Masse, welche den oberen Teil des Querschliffes einnimmt. Während bei den von Buckland (l. c.) und Kiprijanoff (l. c.) und dem in Fig. 5 abgebildeten Querschliffe die Schliffläche eine deutliche Anordnung der Bänder in Spiraltouren zeigt, ist das bei dem in Fig. 4 wiedergegebenen Schliffe nicht mit Sicherheit festzustellen, da der Verlauf der Bänder nicht in ihrer ganzen Ausdehnung zu sehen ist und dieselben unten durch die Bruchstelle, oben durch die Einlagerung der homogenen Masse unterbrochen sind.

Auf der Oberfläche dieser Koprolithen sind zahlreiche kleine, längs verlaufende, häufig verzweigte Rinnen und Furchen zu beobachten, welche ihrer Anordnung und ihrer Regelmäßigkeit wegen als Abdrücke einer feineren Struktur des Darmes gedeutet werden müssen und von Oberflächenbildungen der Darmschleimhaut oder, wie Buckland (l. c.) und Kiprijanoff (l. c.) annehmen, von Gefäßabdrücken herrühren.

Zahlreicher als bei den Croßopterygiern sind die Funde gut erhaltener fossiler Individuen bei der Ordnung der Ganoiden, welche im Paläozoikum noch in geringer Zahl gefunden, im Trias durch Formenreichtum und guten Erhaltungszustand eine hervorragende Stelle einnehmen.

In der Fig. 6 ist ein Teil der Kaudalregion eines Pycnodonten, Microdon intermedius Wagn., der Münchener paläontologischen Sammlung abgebildet. Man sieht zwischen Hämapophysen (Fig. 6 ha) und Schwanzflosse (Fig. 6 s) einen kegelförmigen Körper, der zum Teil im Bereiche, zum Teil ventral von der Wirbelsäule (Fig. 6 w) liegt. Derselbe hat eine Länge von 1,1 cm und einen größten Durchmesser von 0,3 cm. Mit seiner Längsachse ist er schief von oben und hinten nach vorne und unten gerichtet. Das obere Ende ist stumpf abgerundet, der untere Pol verjüngt sich zu einer abgestumpften Spitze. Auf der Oberfläche dieses Körpers sind sechs deutlich ausgeprägte Spiraltouren zu zählen, welche von rechts nach links gedreht sind. Am spitzen Pol folgen sich die Touren in engen Zwischenräumen und nehmen gegen den stumpfen

Pol allmählich an Höhe zu. Die vorletzte obere Windung hat mit 4 mm Breite die größte Höhe, während die letzte und oberste, vermutlich nicht vollkommen erhaltene, nur 2 mm Breite aufweist. Nach allem, was die Betrachtung dieses Gebildes ergibt, handelt es sich hiebei um den fossilisierten Abdruck eines Spiraldarms resp. eines Koprolithen vom amphipolaren Typus, welcher von seiner ursprünglichen Lage in die Gegend der Wirbelsäule disloziert wurde. Von diesem Gesichtspunkte aus wäre die Möglichkeit zuzugeben, daß der betreffende Koprolith entweder dem vorliegenden Exemplare von Microdon intermedius Wagn. angehörte oder von einem anderen Individuum stammt, sei es derselben oder einer andern Art. Einen sicheren Beweis gegen letztere Annahme beizubringen ist nicht möglich, doch spricht hiegegen folgende Tatsache. Der beschriebene Koprolith liegt mit seiner Unterseite der hinteren Bauchwand auf, die freie Vorderseite desselben ist in einer Ebene mit der unteren, resp. inneren Fläche der vorderen Leibeswand gelegen, so daß der Koprolith im intakten fossilisierten Tiere im Körper, d. h. innerhalb der Bauchhöhle desselben eingeschlossen gewesen sein könnte. Andererseits ist die Kleinheit dieses Koprolithen im Verhältnis zu dem ganzen Tiere auffallend, das vom Kopfende bis zur Schwanzflossenbucht zirka 38 cm mißt. Ein sicherer Entscheid in dieser Frage scheint mir demnach auf Grund des vorliegenden Stückes allein nicht möglich zu sein und kann wohl nur an der Hand entsprechenden Vergleichsmateriales erbracht werden.

Günstiger in dieser Hinsicht liegen die Verhältnisse bei einem Exemplare von Macrosemius rostratus Ag. (Fig. 7), einem Orthoganoiden aus der Familie Macrosemiidae, welcher eine schön ausgebildete Spirale noch in Verbindung mit einem Teil des Darms in der Bauchhöhle gelegen aufweist. Im ventralen Abschnitt der Mitte der Bauchregion, an einer Stelle, die der Höhe der im Stücke nicht gut erhaltenen Bauchflosse entspricht, findet sich auf eine Länge von 4 mm eine aus vier Touren gebildete Spirale, welche oral in ein kurzes, kaudal in ein längeres, bis nahe an die Interhaemalia (Fig. 7 ih) der Afterflosse reichendes Stück des Darmes übergeht. Die Windungen der Spirale sind durch tief einschneidende Furchen von einander getrennt und verlaufen schräg von hinten, oben nach vorne, unten im Sinne einer von links nach rechts gedrehten Spirale. Während diese Spirale einem stärker gefüllten Abschnitt des Darmes angehört, findet sich in dem engen, caudalen Darmteil, nahe den Interhaemalia der Afterflosse, ein zweiter, weniger scharf hervortretender Windungsabschnitt. Er weist ebenfalls vier, im Sinne einer von links nach rechts gedrehten Spirale verlaufende Touren auf. Diese, wie die orale Spirale, sind als autochthone Bildungen des Darmes zu betrachten, welche weder zu den

Rippen noch zu dem Schuppenkleide in irgend einer ursächlichen Beziehung stehen.

Bei einem Orthoganoiden aus der Familie der Oligopleuridae, Macrorhipis striatissima Münst. (Fig. 8), findet sich in der Mitte der Bauchregion über der etwa dorsal verlagerten Brustflosse (Fig. 8 b) das Negativ eines Abdruckes von 0,6 cm Länge, welches im wesentlichen eine spindelförmige Gestalt mit abgestumpften Polen zeigt. Die Spitze des kaudalen Pols liegt 3 Schuppenreihen vor dem vordersten Interhaemale (Fig. 8 ih) der Afterflosse und ist gegen die Afterregion leicht ventralwärts abgeknickt. Auf der Oberfläche dieses Negativs sind acht durch tief einschneidende Furchen getrennte Wülste zu erkennen, von denen die vier oralen und die letzte kaudale schmäler als die drei mittleren sind. Sie sind schräg zur Längsachse des Abdruckes gestellt und bilden im Raume rekonstruiert eine von rechts nach links gedrehte Spirale. Die Wülste wie die sie trennenden Furchen sind als selbständige Gebilde zu betrachten, d. h. sie sind vollkommen unabhängig von Skeletteilen, wie Hämapophysen. Interhaemalia und Rippen sowie auch unabhängig von der Dermatomerie, wie aus dem in Fig. 8 im nächsten Umkreis des Cololithen eingezeichneten Schuppenkleide klar hervorgeht. Nach allem, was der Abdruck zeigt, liegt der selbst von Schuppen überzogene Körper — die Schuppen sind in Fig. 8 um die Klarheit des Bildes nicht zu beeinträchtigen, auf dem spindelförmigen Körper nicht eingezeichnet — innerhalb der Bauchhöhle des Tieres und ist nach Lage und Oberflächenstruktur als Abguß eines Darmabschnittes mit spiraliger Oberflächenzeichnung zu betrachten. Daß es sich hiebei um einen in situ befindlichen Abschnitt des Mitteldarmes und nicht um einen freiliegenden Koprolithen handelt, geht aus der Lage des Abdruckes zwischen linker und rechter Bauchwand hervor; der Endabschnitt des Mitteldarms, dem diese Bildung angehört, ist, wie aus der zusammen mit dem Metapterygium (Fig. 8 mt) dorsal verlagerten Bauchflosse (b) zu erschließen ist, ebenfalls aus der Region des Afters nach oben verschoben.

In ausgezeichnetem Erhaltungszustand ist der Spiraldarm bei einer Agassizia titania Wgr. (n. gen.), einem Vertreter der Amioidei aus der Familie der Pachycormidae, fossilisiert, dessen Original mit Gegenplatte sich im geologisch-paläontologischen Museum zu Dresden befindet. Eine Beschreibung dieses Darmes hat B. Vetter[13]) gegeben und denselben als Enddarm bezeichnet. Er unterscheidet einen vorderen Abschnitt von 16 cm Länge bis zur engsten Stelle, einen mittleren von 7 cm Länge bis zur weitesten Stelle und einen von hier bis zum After reichenden 14 cm langen Teil.

Um Einzelheiten besser als es in der von Vetter (l. c.) auf Taf. III seiner

Abhandlung gegebenen Abbildung geschieht zum Ausdrucke zu bringen, gebe ich in Fig. 9 eine möglichst genaue Zeichnung des Spiraldarmes.

Abgesehen von der Tatsache, daß der Spiraldarm als Bildung des Mitteldarmes zu betrachten ist, sehe ich in der ventralgerichteten Einknickung des dünnen Darmabschnittes keine, wie Vetter (l. c.) angibt, „wohl nur zufällig" vorhandene Bildung. Von der hinteren und unteren Partie dieser fast rechtwinkligen Knickungsstelle geht ein kleiner, spornartiger kaudal und abwärts gerichteter Fortsatz aus, den ich als Endstück des Leberganges betrachte. Demgemäß würde die Stelle dieser Einknickung als Grenze des Vorder- und Mitteldarmes im Sinne von C. Gegenbaur[17]) zu betrachten sein. Eine Stütze für diese Anschauung sehe ich in der ventral und oral sowie ventral und kaudal von der Einmündungsstelle dieses Ganges gelegenen Partie, welche von Vetter (l. c.) im Ganzen als Magen gedeutet wird. Während der orale Abschnitt deutlich Wirbelsäulenstücke, Schwanz- und Brustflossenreste von Knochenfischen aufweist, sind solche in dem zum Teil schwammig aussehenden kaudalen Teil nicht oder nur in geringer Zahl und undeutlich zu erkennen. Ich neige daher zu der Anschauung, daß der orale Teil als Magenregion zu deuten ist, während der kaudale die Leber oder neben der Leber nur einen Teil des Magens resp. eines Magenblindsackes eventuell mit Appendices pyloricae umfaßt. Der ganze Darmabschnitt von der Einmündung des Leberganges bis an das Ende der Spirale gehört dem Mitteldarm an und mißt auf der Platte in der Geraden 23 cm. In diesem Abschnitt zähle ich im Ganzen mindestens 72—73 mehr minder deutlich ausgeprägte Spiraltouren, von welchen 52 einwandfrei im caudalen, spindelförmig erweiterten, 20—21 zum Teil weniger deutlich in dem verjüngten, oralen Teil gelegen sind. Oral von der Knickungsstelle erstreckt sich auf eine Länge von 2,4 cm ein windungsfreies Stück des Darmes über den Magen nach vorne, das mehr oder minder deutlich oralwärts zu verfolgen ist und künstliche Absprengungen und der Deutung schwer zugängliche Impressionen zeigt.

Der Anfang des Spiraldarms liegt demnach dorsal von Leber-Magenregion und nahe den unteren Enden der Rippen der mittleren Bauchgegend. Von hier wendet er sich in leicht ventral convexer Krümmung, der aus Magen und Leber gedeuteten Masse anliegend, zur Bauchkante. Er verläuft dieser entlang, bildet im hintern Abschnitt eine wenig ausgeprägte dorsale Krümmung und senkt sich unter rascher Verengerung des Lumens gegen die Afterregion in ventral gerichteter Biegung. Während der vorderste Teil des Mitteldarmes unmittelbar von der als Legergang gedeuteten Stelle bis zur engsten Partie über die Magen-Leberregion noch keine Windungen oder Querfurchen

erkennen läßt, sieht man solche an der engsten Stelle zunächst unbestimmt, je weiter kaudal aber desto schärfer und regelmäßiger auftreten. Schließlich bilden sie mit dem Beginn des dicksten Abschnittes bis zum Ende des Darmes in ausgezeichnetem Erhaltungszustande eine ununterbrochene Reihe von Ringen und entsprechenden Einschnürungen, welche durchschnittlich 2 mm tief in etwa 1 mm Entfernung von einander den Durchmesser des Darmes im Ganzen um 4 mm verringern.

Diese Ringe sind nicht senkrecht auf die Achse des Darmes orientiert, sondern etwas schief nach hinten eingestellt. Diese Schrägstellung tritt besonders deutlich in der Mitte der Darmspirale in Erscheinung, wo die ringförmigen Erhebungen bis nahe an die Mitte ihrer größten Ausdehnung abgesprengt sind. Ich habe dort in die Bruchstelle die Durchmesser resp. Sehnen der Ringe punktiert eingetragen und dadurch die Schrägstellung der Ringe besonders deutlich hervorgehoben. Ein Vergleich der in Fig. 9 abgebildeten, das Hochrelief zeigenden Platte mit dem Negativ der andern Seite ergibt, daß diese Ringe nicht in sich selbst zurücklaufen, also nicht konzentrisch um den ganzen Darm angelegt sind und demnach mit ihren Durchmessern nicht senkrecht auf der Darmachse stehen, sondern eine Spiraltour mit engen, außerordentlich regelmäßigen Windungen bilden. Sie sind demnach der Abdruck einer Spiralklappe, deren Spiraltouren in Form einer von links nach rechts gedrehten Schraube bis nahe an den After verlaufen. Nach der Anschauung Vetters (l. c.) sprangen die ringförmigen Schleimhautfalten im lebenden Darm noch tiefer, bis gegen die Mitte des Darmrohrlumens vor. Er begründet diese Ansicht mit dem Hinweis, daß eine so schwache, d. h. niedrige Ausbildung der Falten, wie sie im fossilen Zustand gefunden wird, den Zweck, „die Fäcalmassen auf ihrem Wege aufzuhalten und sie durch Vergrößerung der resorbierenden Oberfläche vollständiger auszunutzen, auch nicht im geringsten zu erfüllen imstande sein würde“. Vetter (l. c.) nimmt daher an, daß die Kuppen der Falten, also der dünnere Teil derselben, nicht erhalten wurden, sondern nur die breiteren und resistenteren Basen derselben. Jedenfalls läßt der ausgezeichnete Erhaltungszustand dieses Spiraldarmes den Schluß zu, daß in diesem Fall äußerst günstige Bedingungen für die Fossilisation gegeben waren und die zahlreichen, im Magen dieses Ganoiden befindlichen Reste von Wirbeln, Flossenstrahlen und anderen Knochenresten sprächen für die bereits oben (S. 5) erwähnte Theorie von Reis (l. c.) über den günstigen Einfluß der aus den Knochen durch die Verdauung abgespaltenen anorganischen Salze auf die Erhaltung der Weichteile bei der Fossilisation.

Von der Familie der Caturidae lege ich 4 Stücke der Beschreibung zu-

grunde, welche den Spezies Caturus gracilis, Caturus pachyurus, Caturus granulatus und Caturus elongatus angehören.

Ein aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt stammendes Stück von Caturus gracilis Wagn. zeigt in der Bauchregion zwischen Bauch- und Afterflosse ein 7,5 mm langes Stück des Mitteldarmes, welches in Fig. 10 in seinen topographischen Beziehungen zur Bauch- und Afterflosse sowie zur Wirbelsäule (w) abgebildet ist. Orales wie kaudales Ende dieses Darmstückes sind verjüngt und zeigen auf der Oberfläche spiralige Windungen, von welchen ich auf ersterem drei, auf letzterem vier von rechts nach links gedrehte Spiraltouren zähle. Besser und einwandfreier ist die Spiralstruktur des Darmes bei einem Exemplar von Caturus granulatus Münst. (Fig. 11) aus dem lithographischen Schiefer von Kelheim und bei Caturus pachyurus Ag. (Fig. 12) aus dem lithographischen Schiefer von Eichstädt erhalten. Bei ersterem sind etwa 17 von links nach rechts gedrehte Windungen zu erkennen, welche namentlich oral, in dem Abschnitt des Darmes über der Bauchflosse, und kaudal besonders klar zu unterscheiden sind. Der Abdruck von Caturus pachyurus Ag. (Fig. 12) zeigt die spiraligen Windungen namentlich oral von der Bauchflosse in klarer Weise. Bei beiden Stücken verlaufen die Touren im Sinne einer von links nach rechts gedrehten Schraube und sie sind, wie aus dem in Fig. 10, 11 und 12 eingezeichneten Schuppenkleide zu ersehen ist, bei allen drei Stücken in keiner Weise von dem Verlauf der Schuppengrenzen abhängig; auch stehen die Windungen in keiner Beziehung zu den Rippen oder zu dem Flossenskelett sondern sie sind als spezifische, dem Darm angehörige Bildungen zu betrachten.

Von besonderer Bedeutung für den Nachweis der Existenz einer oberflächlichen Spiraldarmbildung bei den Caturiden ist das in Fig. 13 abgebildete Stück eines Caturus elongatus Ag. aus der paläontologischen Sammlung des Lyzeums zu Eichstätt.

Während bei den drei im Vorausgehenden beschriebenen Formen von Caturus der Darm im wesentlichen als enger, nur an wenigen Stellen etwas mehr erweiteter Strang erscheint und dem Fossilisationsprozeß demnach im leeren oder wenig gefüllten Zustand verfiel, weist der Darm von Caturus elongatus Ag. (Fig. 13) ein stark ausgeweitetes Darmlumen auf, welches dem Zustand starker Füllung entspricht.

Dieses dem Mitteldarm angehörige Darmstück beginnt oral mit breiter Basis und verjüngt sich kaudal zu einer gegen die Afterregion hin orientierten Spitze, so daß der ganze fossilisierte Darmabschnitt die Form eines langgezogenen Kegels aufweist, der sich von der Region der Brustflosse (Fig. 13 br) der

unteren Bauchgrenze entlang bis nahe an das vordere Ende der Afterflosse erstreckt. Die Oberfläche des Darmes liegt vollkommen frei, also unbedeckt von Schuppen und Rippen, die Konturen sind scharf gegen die Umgebung abgesetzt. Auf der Oberfläche des Darmes sind sieben gut ausgeprägte, schräg von vorne und oben nach hinten und unten einschneidende Furchen zu sehen, welche sich in ziemlich regelmäßigen Abständen folgen und namentlich am oberen Rande des Darmes tief einschneiden. Die Entfernung der Furchen von einander schwankt zwischen 3 mm und 5 mm und beträgt im Mittel 4,5 mm bei einer Gesamtdarmlänge von 3,2 cm. Die Verlaufsrichtung der durch die Furchen gebildeten Spiralbänder entspricht einer von rechts nach links gedrehten Schraubenwindung. Auch bei diesem Stück sind sowohl Furchen wie Wülste als autochthone Bildungen des Darmes zu betrachten und vollkommen unabhängig von den Rippen. Flossenstrahlen und dem Schuppenkleide, das in ausgezeichnetem Erhaltungszustande die Oberfläche des Körpers bis an den oberen Rand des Darmes überzieht, in dessen dorsaler Zone es eingezeichnet ist.

Auch ein von A. Wagner[14]) in der Monographie der fossilen Fische aus dem lithographischen Schiefer Bayerns beschriebenes Exemplar von Eurycormus spec. Wagn. zeigt auf eine Strecke von 2,1 cm einen Teil des Darmes in sehr gutem Erhaltungszustand (Fig. 14). Der leicht dorsal konvex gekrümmte Darmteil liegt in seiner größten Ausdehnung über der Bauchflosse (Fig. 14 b), ist in der Mitte gemessen 6 mm dick und verjüngt sich gegen den oralen und kaudalen Pol. Die Oberfläche zeigt ein deutliches Relief, das von 13 Wülsten gebildet wird, die durch zwölf Furchen getrennt werden. Wülste wie Furchen verlaufen schräg zur Längsachse des Darmes, was namentlich im kaudalen Abschnitt deutlich in Erscheinung tritt. Aber auch die Unterseite dieses fossilisierten Darmstückes zeigt auf der Gegenplatte ähnliche Wülste und Furchen, welche die direkte Fortsetzung der oberen sind und mit diesen zusammen eine Spirale bilden, deren Windungen im Sinne einer von rechts nach links gedrehten Schraube verlaufen. Die Zugehörigkeit des beschriebenen Darmabschnittes zu dem vorliegenden Stücke von Eurycormus spec. geht aus dessen Lage zwischen rechter und linker Bauchwand hervor; letztere ist in der nächsten Umgebung des Darmabdruckes mit Ausnahme von dessen ventraler Seite und der Darmoberfläche selbst abgesprengt, so daß diese von vorne, d. h. auf der linken Seite einen Schuppenüberzug aufweist, während die Unterseite, d. i. die rechte Seite derselben, in der Matrize der rechten Körperseite eingedrückt ist.

In der Ordnung der Amioidei findet sich bei einem Megalurus elegantissimus Wagn. (Fig. 15) aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen der

Münchener Sammlung ein Abschnitt des Darmes in einer Ausdehnung von 1,2 cm erhalten, der sich dorsal über die ganze Länge der Bauchflosse erstreckt und kaudal gegen die Afterflosse (Fig. 15a) gerichtet verläuft. Der in der Mitte leicht geknickte Darm wird von zahlreichen Furchen und Wülsten bedeckt und zeigt im oralen Abschnitt eine glockenartige Verbreiterung. Die Wülste und die sie trennenden Furchen stehen auch hier in keiner Beziehung zum Verlauf der Rippen oder Schuppen, sind schräg gegen die Achse des Darmes eingestellt und bilden eine den Darm in der Richtung von rechts nach links umkreisende Spirale. Die Touren derselben sind nicht gleichmäßig angeordnet, sondern sind bald weiter, bald enger, bald erscheinen sie, wie im kaudalen Teil, flach, bald treten sie scharf reliefartig hervor. An einer Stelle (Fig. 15x) ist die oberflächliche Schicht des Wulstes schalenartig abgesprengt, wodurch die darunter liegende Partie des Darmes bloßgelegt wurde. Die Frage, ob an dieser Stelle die fossilisierte Darmwand abgelöst ist und nun der von ihr bedeckte fossilisierte Darminhalt zum Vorschein kam, konnte an Dünnschliffen der abgesprungenen Oberflächenschicht des Darmes nicht entschieden werden.

Die nun im System anschließende Unterklasse der Teleostier steht mit den Ganoiden im engsten Zusammenhang, so daß die Grenze zwischen den fossilen Amioidei und physostomen Teleostei auf Grund der anatomischen Merkmale häufig schwer zu ziehen ist. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse wird die Familie der Leptolepidae mit zykloiden, eine dünne Schmelzlage aufweisenden Schuppen, welche schon in der Trias mit einer nahe verwandten Form, dann aber namentlich im Jura und auch noch in der unteren Kreide auftritt, bald zu den Amioidei, bald zu den Teleostei gezählt. Vielfach zeigen die oft vorzüglich erhaltenen Exemplare der Leptolepiden den Magen und Darm gefüllt und mehr oder minder als Cololithen fossilisiert ohne daß bis jetzt der Nachweis von der Existenz einer im Oberflächenrelief erhaltenen Zeichnung eines Spiraldarmes bei ihnen erbracht wurde. Eine eingehende Untersuchung ergab nun, dass diesen primitiven Knochenfischen eine derartige Bildung eigen ist, die in verschieden weiter Ausdehnung im Bereiche des Mitteldarmes gefunden wird, wie die in den Fig. 16, 17, 18 und 19 abgebildeten Stücke von Leptolepis Knorri Ag. aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen und Eichstädt zeigen.

Bei dem in Fig. 16 abgebildeten Exemplare von Leptolepis Knorri Ag. wird der in orokaudaler Richtung sich verjüngende Darm im vorderen Bereiche von den Rippen schräg von vorne nach hinten überkreuzt; von der Bauchflosse (Fig 16 b) an treten die Rippen noch bis an die obere Grenze des Darmes heran. In dem hinter der Bauchflosse gelegenen Darmabschnitt lassen sich

acht, durch Furchen getrennte Wülste erkennen; sie verlaufen in Spiraltouren nach Art einer von links nach rechts gedrehten Spirale und nehmen entsprechend dem sich kaudal verjüngenden Darm von vorne nach hinten an Höhe ab, so daß mit anderen Worten die Touren gegen das Ende zahlreicher werden.

Den Abdruck eines stark gefüllten Mitteldarmes zeigt ein Stück von Leptolepis Knorri Ag., welches in Fig. 17 abgebildet ist. Die Oberfläche des Darmes läßt mehr oder minder deutliche Furchen und Wülste erkennen, welche namentlich im kaudalen Teil und in dem Abschnitt über der Bauchflosse (Fig. 17 b) besonders deutlich hervortreten. Der kaudale Teil ist ventral gegen die Afterregion hin abgebogen und weist sieben von rechts nach links gedrehte Spiraltouren auf, welche wie bei dem vorausgehend beschriebenen Objekte in orokaudaler Richtung an Höhe abnehmen und dementsprechend zahlreicher werden. Daß diese Spiraltouren resp. die Furchen unabhängig von der Verlaufsrichtung der Rippen sind, geht aus der Abbildung klar hervor: Die Rippen treten bis an den oberen Rand des Darmes heran, treffen mit den beschriebenen Furchen nicht zusammen und sind gegen die Achse desselben in einer Neigung von 25—45^0 eingestellt, während die Spiralen mit der Längsachse des Darmes einen Winkel von fast 80^0 bilden. Als dem Darm angehörige Spiralbildungen sind aus dem gleichen Grunde auch die über der Bauchflosse gelegenen, leicht S-förmig gekrümmten Wülste resp. Furchen zu betrachten, während die oral davon auf der oberen Seite des Darmes befindlichen und nur schwach ausgeprägten Furchen durch die Rippen hervorgerufen sind, mit denen sie in Bezug auf Verlaufsrichtung und Abstand vollkommen kongruieren.

Ein drittes Exemplar von Leptolepis Knorri Ag. aus dem oberen Jura von Solnhofen (Fig. 18) zeigt einen sanduhrförmigen, an beiden Enden spindelförmigen Darm, dessen kaudaler Teil über der Bauchflosse (Fig. 18 b) eine gut ausgeprägte Spirale mit von links nach rechts gedrehten Windungen aufweist. Ich zähle bis zur sanduhrförmigen Einschnürung acht Touren, von denen die kaudalen die engsten sind. Die Richtung der Spiraltouren ist schief von vorne und oben nach unten und hinten gerichtet und fällt mit der Verlaufsrichtung der Rippen nicht zusammen, welche bedeutend schräger ziehen und vielfach nur bis an die dorsale Darmkante herantreten.

Der Darm des in Fig. 19 abgebildeten Stückes von Leptolepis Knorri Ag. reicht von der Brustflosse (Fig. 19 br) über die Bauchflosse (Fig. 19 b) bis nahe an die Afterregion und ist seiner Ausdehnung gemäß in stark gefülltem Zustande fossilisiert worden. Von mehreren auf der Oberfläche desselben sichtbaren Furchen sind nahe an seinem verjüngten Ende zwei dicht beieinander

gelegen, welche zwischen sich einen Wulst fassen, der dem Oberflächenrelif einer Spiraldarmwindung zu vergleichen ist. Die beiden Furchen verlaufen in einer von rechts nach links gedrehten Schraubentour und sind als dem Darm zugehörige Bildungen anzusehen im Gegensatze zu den übrigen auf der Oberfläche der Darmwand sichtbaren Eindrücken, welche zum Teil durch die über den Darm hinwegziehenden Rippen bedingt oder als Kunstprodukte gedeutet werden müssen.

Ein dem oben beschriebenen Stücke ähnliches Bild findet sich bei einer Leptolepis sprattiformis Ag., welches in Fig. 20 wiedergegeben ist. Der vom kaudalen Ende der Brustflosse (Fig. 20 br) bis hinter die Bauchflosse (Fig. 20 b) erhaltene Darm trägt auf seinem verjüngten Endstück zwei Spiralwindungen, welche im Sinne einer von links nach rechts gedrehten Spirale verlaufen. Die Richtung der diese Spiralwindungen begrenzenden Furchen ist ebenso wie ihr gegenseitiger Abstand von dem Verlauf und den Entfernungen der Rippen vollkommen verschieden. Da auch zwischen Schuppen einerseits und Spiralfurchen sowie den Windungen andererseits kein ursächlicher Zusammenhang besteht, so erscheint diese Spiralbildung als eine spezifisch-morphologische Eigentümlichkeit dieses Darmes als sicher.

Aus der Familie der Leptolepiden befindet sich in der Münchener paläontologischen Staatssammlung auch ein gut erhaltenes Exemplar von Thrissops formosus Ag. aus dem lithographischen Schiefer bei Kelheim, welches bei einer Gesamtlänge von ca. 50 cm auf eine Strecke von 5,1 cm in der mittleren Bauchregion das Negativ eines gut erhaltenen Darmabschnittes zeigt (Fig. 21). Von den Rippen oberflächlich überkreuzt beginnt derselbe in der Höhe der Bauchflosse (Fig. 21 b) und zieht in Form einer langgestreckten Spindel mit abgestumpften Polen kaudal und ventral gegen die vordere Grenze der Afterflosse. Während sich im oralen Teil des Darmes eine regelmäßige, segmentale Gliederung findet, welche durch die ventralwärts ziehenden Rippen bedingt ist, treten im kaudalen Abschnitt in regelmäßigen Abständen Furchen in Erscheinung, die, sechs an der Zahl, bis an den kaudalen Pol zu verfolgen sind und entsprechend der Form des Darmes in orokaudaler Richtung an Höhe abnehmen. Sie sind unabhängig von der Verlaufsrichtung der Rippen und bilden auf der Darmoberfläche Querwülste, welche mehr oder minder schräg zur Längsachse des Darmes eingestellt sind. Aus ihrem Verlauf und ihrer mehrfach leicht S-förmigen Krümmung läßt sich eine Spirale rekonstruieren, deren Windungen im Sinne einer von links nach rechts verlaufenden Schraubentour angeordnet sind. Aus der Lage dieses fossilisierten Darmes zwischen den Rippen, also innerhalb der Bauchhöhle, ergibt sich mit Sicherheit die Zugehörigkeit

desselben zu dem vorliegenden Exemplare von Thrissops formosus; auch seine topographischen Beziehungen lassen erschließen, daß der Darm in situ fossilisiert wurde, zumal am oralen Pol desselben Rudimente des Darmes anschließen, welche die unmittelbare Fortsetzung gegen die Magenregion hin bilden.

Ich schließe die Beschreibung des Cololithen eines weiteren Vertreters der Leptolepidae, von Aethalion tenuis Münst. (Fig. 22) aus dem lithographischen Schiefer von Solnhofen, an. Das Original zeigt auf eine Länge von 1,8 cm einen großen Teil des Mitteldarmes gut erhalten. Derselbe beginnt etwas vor der Bauchflosse (Fig. 22b) und reicht mit einer über dieser gelegenen, kurzen Unterbrechung bis nahe an das vordere Ende der Afterflosse (Fig. 22a). Die ganze Oberfläche des Darmes ist mit Wülsten und Furchen bedeckt, die in unregelmäßigen Abständen vom vorderen bis zum hinteren Ende reichen. Während einige dieser Wülste ein haustrenartiges Aussehen aufweisen, lassen andere, so namentlich in dem über und vor der Bauchflosse und dem unmittelbar vor der Analflosse gelegenen Abschnitt des Darmes deutliche Spiraltouren erkennen. Die Richtung dieser Windungen zur Achse des Darmes ist nicht einheitlich sondern entweder schräg von vorne und oben nach hinten und unten oder entgegengesetzt gerichtet, so daß der Verlauf der Spiraltouren keinen einheitlichen Charakter aufweist. Die Spiraltouren sind da, wo sie deutlich zu erkennen sind, im Sinne einer von rechts nach links gedrehten Schraube, in dem isoliert vor und über der Brustflosse gelegenen Teil im entgegengesetzten Sinne angeordnet. Einige Furchen stehen in unmittelbarer Berührung mit den Enden der Rippen, doch ergibt sich aus der Verlaufsrichtung derselben, daß zwischen ihnen und den Furchen auf dem Darm kein ursächlicher Zusammenhang besteht, die Windungen und Furchen vielmehr durch die Form des Darminhaltes resp. durch die Art, wie die Darmwand ihre Form dem Inhalt aufgeprägt hat, bedingt sind. Das Gleiche gilt vom Schuppenkleid, welches (in der Fig. 22 nicht eingetragen) im ventralen Gebiet der Bauchregion zwischen Bauch- und Brustflosse gut erhalten ist und nach Richtung wie Breite der Schuppenbänder von der Oberflächenstruktur des Darmes abweicht. Ob es sich in diesem Falle tatsächlich um einen streckenweise erhaltenen Spiraldarm oder um zufällige, durch den Darminhalt oder die Muskelwirkung des Darmes hervorgerufene haustrenartige Bildungen handelt, welche eine oberflächliche Spiralbildung vortäuschen ,kann an dem vorliegenden Präparate nicht entschieden werden und nur weiteres Vergleichsmaterial wird eine definitive Lösung der Frage ermöglichen. Ich hebe hervor, daß die bei diesem Stücke beschriebene doppelsinnige Drehung der Spiraltouren nicht gegen die Existenz einer tatsächlich vorhandenen Spiralbildung sprechen

würde, da eine derartige Gegendrehung der Spiraltouren auch bei rezenten Formen bekannt ist. So beschreibt K. Nestler[20]) im Darm von späteren Stadien der Metomorphose bei Ammocoetes eine Darmfalte, welche von rechts nach links zwei volle Umdrehungen bis zur Mitte aufweist, um dann von hier bis zum Anfang des Enddarmes eine $^5/_4$ Drehung in umgekehrter Richtung auszuführen.

Bei der den Leptolepidae nahestehenden Familie der Clupeidae konnte ich bei einigen fossilen Individuen eine gut ausgeprägte, spiralige Zeichnung auf dem oft ausgezeichnet erhaltenen Darm feststelllen. Ich gebe in Fig. 23 die Abbildung einer Clupea Cuv. aus dem Eocän des Monte Bolca, welche im Bereiche der Bauchflosse auf eine Strecke von 1,3 cm den spindelförmigen Abguß von einem Teil des Mitteldarmes zeigt. Auf einer Strecke von 9 mm Länge zähle ich im kaudalen Abschnitt desselben 10 deutliche, schräg von oben und hinten nach vorne und unten verlaufende spiralige Impressionen. Eine eingehende Prüfung läßt erkennen, daß dieselben weder mit dem Verlaufe der Rippen noch der Schuppenkontouren zusammenfallen, sondern als eine dem Darm eigentümliche Struktur zu betrachten sind, welche hier eine von links nach rechts gedrehte Spirale bildet.

Ausgezeichnet in Hinsicht auf seinen Erhaltungszustand und seine topographische Lage ist ein Darmabdruck bei einem Exemplare von Spaniodon lat. Ag. aus der Kreide von Sahel-Alma des Libanon (Fig. 24). Das in der paläontologischen Sammlung zu Stuttgart befindliche Stück hat eine Gesamtlänge von 10,4 cm und einen dorsoventralen Durchmesser von 3,7 cm. Vor und etwas über der kurzen Afterflosse (Fig. 23a) liegt ein spindelförmiger Körper, welcher sich bis etwa zur Mitte der Bauchflosse erstreckt und 7,8 mm lang und 2 mm breit ist. Hinten endet er abgerundet, vorne mit nach unten gekehrter, abgestumpfter Spitze, deren oberer Teil im Stück offenbar nicht erhalten ist. Auf der Oberfläche dieses Körpers sind Leisten und Furchen zu erkennen, von welchen 16 mit aller Sicherheit gezählt werden können. Die Mehrzahl derselben zieht etwas schräg vom oberen zum unteren Rand über den ganzen Körper hin und sie bilden im Raume rekonstruiert eine Spirale, deren Touren nach Art einer von links nach rechts gewundenen Spirale verlaufen. Im oralen Teil sind die Windungen scharf eingeschnitten, nach hinten erscheinen sie mehr weniger undeutlich. Da weder Richtung und Verlauf der Rippen, der Interhaemalia der Afterflosse noch die Anordnung der Schuppen mit den spiraligen Impressionen irgend kongruieren, können diese nur als spezifische Bildungen angesehen werden. Ich deute sie nach ihrer topographischen Lage und Oberflächenkonfugiration als fossilisierten Darm

mit oberflächlichen Spiralrelief, welcher an typischer Stelle gelegen dem Fossilisationsprozesse verfiel.

Außer den oben zitierten Literaturangaben über das Vorkommen von Spiraldarmanlagen bei fossilen Fischen finde ich in einer Abhandlung von W. von der Marck[21]) eine diesbezügliche Abbildung auf Taf. VI, Fig. 1 von einem Sardinius macrodactylus v. d. M. aus der oberen Kreide von Westfalen. Auf dem nahe der Bauchlinie zwischen Bauch- und Afterflosse gelegenen Darm sind namentlich in der Mitte regelrechte Spiraltouren zu sehen, die oral und kaudal weniger ausgeprägt erscheinen. Die Richtigkeit der Tatsache vorausgesetzt, die am Original nachzuprüfen mir zur Zeit nicht möglich war, wäre hiemit das Vorkommen eines oberflächlichen Spiralreliefs des Darmes bis in die Familie der Scolepidae aus der Ordnung der Esociformes erwiesen.

Im Vorausgehenden wurden die fossilen Reste von Koprolithen und des Mitteldarmes in situ von Fischen nach rein morphologischen Gesichtspunkten beschrieben; zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei allen Formen, mit Ausnahme eines Leptolepiden, die Existenz einer oberflächlichen spiraligen Zeichnung entweder auf den freien Koprolithen oder auf dem in situ erhaltenen Darm mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte.

Hiebei möchte ich die Vermutung aussprechen, daß die auf der Oberfläche der Koprolithen und Cololithen nachweisbare spiralige Zeichnung — ich bezeichne sie als oberflächliche Darmspirale — der Ausdruck einer auch im Innern tatsächlich vorhandenen Anlage eines Spiraldarmes sei. Daß dies bei vielen der untersuchten Formen wirklich der Fall ist, konnte an Quer- und Längsschliffen fossiler Darmabdrücke bewiesen werden. Das habe ich (l. c.) für Amphibien bei Eryops und Diplocaulus, für Reptilien A. v. Gutbier[15]) bei Ichthyosaurus beschrieben und für Koprolithen fossiler Fische gilt nach den vorliegenden Untersuchungen und den Mitteilungen von V. Kiprijanoff (l. c.) und W. Buckland (l. c.) das Gleiche.

Eine allgemein gültige Bestätigung dieser Tatsache konnte für alle untersuchten fossilen Fische, im besonderen auch für die höher stehenden Gruppen der Leptolepiden und Clupeiden bis jetzt nicht erbracht werden. Untersuchungen von Schliffen der oberflächlichen Darmspirale fossiler Leptolepiden und Clupeiden mit Röntgenstrahlen, im polarisierten und ultravioletten Lichte ergaben kein entscheidendes Resultat. Zur Klarlegung dieser Verhältnisse, namentlich auch im Hinblick auf die Mitteilungen von H. v. Eggeling[16]) und E. Jacobshagen[17]) über die Oberflächenkonfiguration der Darmschleimhaut rezenter Fische sind weitere Untersuchungen auch an rezenten Fischen notwendig.

Auf Grund des Verlaufes der Spiraltouren lassen sich sowohl bei rezenten, wie fossilen Individuen verschiedene Typen des Spiraldarmes unterscheiden, welche, abgesehen von der Zahl und der von J. Rückert (l. c.) nachgewiesenen, verschiedenen Genese der Windungen, vornehmlich in der Lage des oralen und kaudalen Spiraldarmendes begründet sind. Das war auch der leitende Gesichtspunkt, welchen ich[1]) bei Beschreibung der Entwicklung des Darmkanales von Ceratodus Forsteri der Einteilung der Formen des Spiraldarmes in zwei Typen zu Grunde legte. Es hat sich dabei zeigen lassen, daß bei der einen Form, welche sich z. B. bei rezenten Selachiern und Lepidosiren findet, eine oder mehrere langgezogene orale, aber kurze kaudale Touren auftreten, während bei der zweiten Form, wie sie z. B. Ceratodus besitzt, sowohl die oralen wie kaudalen Windungen in die Länge gezogen sind.

Es sind das Verhältnisse, welche mit bestimmten Einschränkungen auch für den fossilisierten Spiraldarm gelten; sie boten mir[2]) auch die Grundlage für die Aufstellung des amphipolaren und heteropolaren Typus der Koprolithen, wobei jedoch hervorgehoben sei, daß diese in keiner Weise als Ausdruck der Formgestaltung des ganzen Mitteldarmes betrachtet werden können.

Von den beiden oben erwähnten Formen des Spiraldarmes ist die häufigste jene, welche lange orale und kurze, d. h. stark gedrehte kaudale Touren aufweist. Die gleiche Form kann als charakteristische Eigentümlichkeit des Spiraldarmes während der Ontogenese angesprochen werden, soweit die diesbezüglichen Vorgänge nach den Untersuchungen bei Selachiern und Dipnoern bis jetzt bekannt sind. Das Typische dieser Entwicklungsstadien ist die Tatsache, daß die mit einer wirklichen Achsendrehung des Epithelrohres verbundene spiralige Aufwindung desselben vom kaudalen Teil des Mitteldarmes ausgeht und hier zunächst eine mehr oder minder eng gewundene Tour beschreibt, die sich langgezogen nach vorne erstreckt. Im weiteren Verlauf der Entwicklung nehmen die kaudalen Touren an Zahl zu, so daß schließlich Bilder entstehen, wie sie für Pristinrus J. Rückert (l. c.) in der Abbildung des Modells C und J. K. Kerr[18]) von Lepidosiren paradoxa gibt oder in dem von mir[1]) abgebildeten älteren Entwicklungsstadium von Ceratodus die Fig. 18 zeigt.

Diese embryonale Form eines am kaudalen Ende stärker gedrehten, nach vorne in längeren Touren auslaufenden Darmes kann auch bleibenden Bestand haben. Sie findet sich so, wie bereits oben erwähnt, z. B. bei Lepidosiren; auch Acanthias und Chimaera weisen im ausgewachsenen Zustand diesen Typus auf und bei Polypterus und Lepidosteus geht der im kaudalen Mitteldarmabschnitt gelegenen Spiralklappenanlage eine mehr oder minder lange, klappenfreie Strecke voraus. Bei Acipenser und Amia findet sich bereits im oralen

Teil des Mitteldarmes als Ausdruck einer höheren Organisationsstufe eine Schlingenbildung und am kaudalen Ende der Rest eines Spiraldarmes mit drei Windungen. Die Konzentration der Spiralklappe in dem kaudalen Teil des Mitteldarmes bei höher stehenden Formen geht mit einer Zunahme der Darmlänge Hand in Hand, wodurch, wie auch Gegenbaur[19]) annimmt, die ursprüngliche Bedeutung der Klappe als Mittel zur Vergrößerung der Darmoberfläche verloren geht. Bei höher organisierten Tieren entwickelt sie sich nur mehr in einem beschränkten kaudalen Bezirk und Reste von Windungen werden schließlich noch dort gefunden, wo sie ontogenetisch zuerst auftritt. Vergleicht man von diesem Gesichtspunkte aus die fossilen, in situ erhaltenen Darmformen, so ist auch hier wie bei den rezenten Fischen in der phylogenetischen Reihe eine in orokaudaler Richtung fortschreitende Reduktion des Spiraldarmes zu beobachten, welche im allgemeinen mit der Organisationshöhe des betreffenden Individuums zunimmt. Ein charakteristisches Beispiel bietet in dieser Hinsicht der Spiraldarm von Agassizia titania und Caturus elongatus einerseits, der Leptolepiden und von Clupea Cuv. andererseits. Die beiden ersteren, einer Unterordnung der Ganoiden angehörig, besitzen eine fast über den ganzen Mitteldarm sich erstreckende oberflächliche Darmspirale, während die Darmspirale der den hochorganisierten Physostomi angehörenden Leptolepiden und Clupeiden auf wenige Windungen reduziert und an das Ende des Mitteldarmes verlagert ist.

Die Oberflächendarmspirale von Agassizia titania und Cauturus elong. weist Besonderheiten auf, welche einer eingehenden Analyse bedürfen.

Verfolgt man bei Agassizia titania den Verlauf der Touren der Darmspirale, so läßt sich feststellen, daß deren Zahl nach ihrer Lage variiert und zwar sind diese zahlenmäßigen Schwankungen am deutlichsten im oralen, medialen und kaudalen Bezirke ausgesprochen. Im kaudalen Teil des Darmes lassen sich auf einer 3,5 cm langen Strecke 15 Windungen zählen; ihnen entsprechen im mittleren Abschnitte auf einer gleich langen Zone 11 und im vordersten Bereiche des Spiraldarmes auf der gleichen Strecke 17 Windungen. Es zeigt sich also, daß in der oralen und kaudalen Region des Darmes die Anzahl der Windungen fast gleich, in der Mitte aber wesentlich reduziert ist, ein Verhältnis, das sich bei Caturus elong. in ähnlicher Weise findet, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Vermehrung der oralen Touren fehlt.

Die Erklärung für diese ungleiche Verteilung der Windungen möchte ich in ontogenetischen und rein mechanischen Momenten suchen.

Wie oben dargelegt wurde, legen sich die ersten Windungen des Spiraldarmes im kaudalen Abschnitte zuerst an und zeigen hier sowohl in bestimmten

Stadien der Entwicklung wie auch bei verschiedenen Formen im ausgebildeten Zustande ihre höchste Ausbildung. Ein begünstigendes Moment für diese Tatsache kann in dem kleineren Durchmesser, d. h. der geringeren Dicke und damit in dem geringeren Torsionswiderstande des Darmrohres an dieser Stelle gesehen werden. Dieser Umstand ist es auch, welcher zur Erklärung der bei Agassizia titania beobachteten Vermehrung der Windungen im oralen Teil des Mitteldarmes angezogen werden kann: Durch die im kaudalen Abschnitt wirkende embryonale Kraft wird die Drehung in oraler Richtung fortgeleitet und von dem dickeren intermediaeren Abschnitt des Mitteldarmes aufgenommen. Von hier überträgt sich dieselbe auf den dünneren, oralen Abschnitt, der sich zwar später, aber entsprechend seinem geringeren Torsionswiderstand intensiver dreht, als die Mitte und die kaudale Partie des Mitteldarmes und dementsprechend am ausgebildeten Darm schließlich die größte Anzahl Windungen aufweist.

Damit wäre eine Erklärung für das erste Auftreten der Spirale und die intensivere Ausbildung derselben in jenen Fällen gegeben, wo es sich um vergleichsweise dünnere Abschnitte des Mitteldarmes handelt.

So befriedigend nun diese Annahme in diesen Fällen ist, so schwierig erscheint es, sie zu verallgemeinern und im besonderen auf frühe Entwicklungsstadien, z. B. bei den Selachiern und Zustände bei Agassizia titania zu übertragen.

Bei einem Vergleich der von J. Rückert (l. c.) gegebenen Abbildungen der Modelle A und B der Entwicklung des Spiraldarmes von Pristiurus ist zu erkennen, daß gerade der die Spiralen zuerst aufweisende Teil dicker ist als der oral anschließende Rest des Mitteldarmes bis zum Ductus vitello-intestinalis. Aber nicht nur der Querschnitt des ganzen Rohres ist kaudal größer als oral, sondern auch die Wandungen des Rohres sind hinten dicker als vorne, wie das die den beiden Modellen beigegebenen Querschnittsbilder klar erkennen lassen.

Es müssen also in diesem Falle andere Faktoren in Betracht kommen, welche die Drehung gerade im kaudalen Abschnitt einleiten. Hier scheint die von J. Rückert (l. c. S. 323) gegebene Erklärung eine ausschlaggebende Bedeutung zu haben. Nach einer kritischen Besprechung der verschiedenen Möglichkeiten, eine mechanische Erklärung für die spiralige Drehung des Mitteldarmes zu geben, legt J. Rückert dar, daß für die Drehung des Entodermrohres nur Ursachen übrig bleiben, „die in diesem selbst gelegen sein müssen und zwar kommen hier innerhalb der geschlossenen Epithellage nur Wachstumsvorgänge in Betracht. In der Tat kann man das Zustandekommen der Spiraldrehung erklären, wenn man sie auf ein einfaches Längenwachstum des Epithelrohres zurückführt“. Während nun J. Rückert in den Wachs-

tumsvorgängen des Epithelrohres das ursächliche Moment der Drehung des in seinem vorderen und hinteren Ende fixierten Darmrohres überhaupt sieht, glaube ich damit auch die Erklärung gegeben für die verschieden starke Entwicklung der Windungen in den verschiedenen Abschnitten des Mitteldarmes.

Auf Grund dieser Auffassung nehme ich für die verschiedenen Abschnitte des Mitteldarmes wie des Darmkanales überhaupt ungleich starke „Wachstumspotenzen" der einzelnen Bezirke des Epithelrohres an und sehe hierin die Ursache, daß z. B. bei Leptolepis in dem kaudalen Teile des Mitteldarmes entsprechend solcher ihm innewohnenden Wachstumspotenzen eine kurze spiralige Drehung auftritt, während sie oral mangels solcher Potenzen ausbleibt.

Es liegt nahe, die Gründe für ein regionär so verschiedenes Wachstum vorwiegend in morphologischen Verhältnissen zu suchen. Aufgabe einer vergleichend anatomischen Untersuchung wird es sein, an rezenten embryonalen und entwickelten Formen von diesem Gesichtspunkte aus diese Frage näher zu prüfen, worüber nach Abschluß der Untersuchungen an anderer Stelle berichtet werden soll.

Literatur.

[1]) L. Neumayer, Die Entwicklung des Darmkanales, von Lunge, Leber, Milz und und Pankreas bei Ceratodus Forsteri. Semon, Zoolog. Forsch.-Reisen in Australien und dem Malayischen Archipel. Fischer, Jena 1904.

[2]) L. Neumayer, Die Koprolithen des Perms von Texas. Paläontograph., Bd. 51, 1904.

[3]) L. Neumayer, Vergleichende Anatomie des Darmkanales der Wirbeltiere. Verh. Anat. Ges. Innsbruck, 1914. Ergänzungsh. z. 46. Bd. des Anat. Anz., 1914.

[4]) O. M. Reis, Die Coelacanthinen mit besonderer Berücksichtigung der im Weißen Jura Bayerns vorkommenden Arten. Paläontograph., Bd. 35, 1888—1889.

Derselbe, Über eine Art Fossilisation der Muskulatur. Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys., München 1889.

Derselbe, Untersuchungen über die Petrifizierung der Muskulatur. Arch. Mikr. Anat., Bd. 41, 1893.

Derselbe, Über Phosphoritisierung der Cutis, der Testikel und des Rückenmarkes bei fossilen Fischen. Arch. Mikr. Anat., Bd. 44, 1894.

Derselbe, Neues über petrifizierte Muskulatur usw. Arch. Mikr. Anat. Entwicklungsgesch., Bd. 52, 1898.

[5]) L. Agassiz, Mitteilung an Professor Brunn gerichtet. Neues Jahrb. Mineral. usw., Jahrg. 1833.

[6]) T. J. Parker, On the intestinal Spiral Valve in the genus Raja. Transact. of the Zool. Soc., London, Vol. XI, P. II, 1880.

[7]) J. Rückert, Über die Entwicklung des Spiraldarmes bei Selachiern. Arch. Entwicklungsmech. Bd. 4, H. 2, 1896.

[8]) C. Rabl, Theorie des Mesoderms, II. Teil. Morph. Jahrb., Bd. 19, 1892.

[9]) G. Mantell, The fossils of the South-Downs or Illustrations of the Geology of Sussex, 1822.

Derselbe, The Geology of the South-East of England. London 1833.

Derselbe, Geol. Trans., Bd. III.

Derselbe, The Medals of Creation, Vol. I, II. London 1854.

[10]) W. Buckland, Geologie und Mineralogie, Bd. 1, 2. Neufchatel 1838.

Derselbe, On the discovery of Coprolithes. Geol. Trans., 2 nd., Ser. III.

[11]) H. B. Geinitz, Charakteristik der Schichten und Petrefakten des sächsisch-böhmischen Kreidegebirges, Heft 1. Dresden und Leipzig 1839—1842.

Derselbe, Die Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen. Leipzig 1855.

Derselbe, Das Elbthalgebirge in Sachsen, II. Teil. Der mittlere und obere Quader. Paläontographica, Bd. 20, T. II, 1872—75.

[12]) V. Kirpijanoff, Überreste von Fischen im Kursksehen eisenhaltigen Sandsteine. Bull. Soz. Imp. Natur. Moskou, T. 25, P. 2, Nr. III, 1852.

[13]) B. Vetter, Die Fische aus dem lithographischen Schiefer im Dresdener Museum. Mitteil. königl. mineral.-geol. und prähistor. Museums in Dresden, 4 H., 1881.

[14]) A. Wagner, Monographie der fossilen Fische aus den lithographischen Schiefern Bayerns. 2. Abt., Abh. d. kgl. bayer. Akad. d. Wiss., II. Kl., Bd. IX, Abt. III, 1863.

[15]) A. v. Gutbier, Geognostische Beschreibung des Zwickauer Schwarzkohlengebirges und seiner Umgebungen. Zwickau 1834.

[16]) H. v. Eggeling, Dünndarmrelief und Ernährung bei Knochenfischen. Jenasche Zeitschr. Naturwissensch., Bd. 43, 1907.

[17]) E. Jacobshagen, Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer. Jenasche Zeitschr., Naturwissensch., Bd. 47, 1911.

Derselbe, Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer, T. II. Materialien zur vergleichenden Anatomie des Darmkanals der Teleostomen nebst einer einleitenden Übersicht. Ebenda, Bd. 49, 1912—1913.

Derselbe, Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer, T. III. Über die Appendices pyloricae, nebst Bemerkungen zur Anatomie nnd Morphologie des Rumpfdarmes. Ebenda, Bd. 53, 1914—1915.

Derselbe, Zur Morphologie des Spiraldarmes. Anat. Anz., Bd. 48, 1915.

[18]) J. G. Kerr: The external features in the development of Lepidosiren Paradoxa Fitz. Phil. Transakt. R. Soc. London, S. B., Vol. CXCII, 1900.

[19]) C. Gegenbaur, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen. Bd. II. 1901.

[20]) K. Nestler, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Petromyzon Planeri. Arch. Naturgesch., Jahrg. 56, 1890.

[21]) W. von der Marck, Fossile Fische, Krebse und Pflanzen aus dem Plattenkalk der jüngsten Kreide in Westfalen. Poläontogr., Bd. 11, 1863—1864.

Tafelerklärung.

Die Figuren 6—24 sind so orientiert, daß links oral, rechts kaudal liegt.

Fig. 1. Koprolith von Macropoma Mantelli Ag. Pattenauer Stollen. Oberer Senon. Geol.-Paläont. Sammlung München. Natürliche Größe.

Fig. 2. Koprolith von Macropoma Mantelli Ag. Pattenauer Stollen. Oberer Senon. Geol.-Paläont. Sammlung München. Natürliche Größe.

Fig. 3. Sagitaller Schliff nahe der Mittelebene durch den in Fig. 1 abgebildeten Koprolithen. Natürliche Größe.

Fig. 4. Querschliff durch einen Koprolithen von Macropoma Mantelli Ag. Pattenauer Stollen. Oberer Senon. Geol.-Paläont. Sammlung München. Natürliche Größe.

Fig. 5. Ebenso.

Fig. 6. Schwanzregion von Microdon intermedius Wagner Cirin. Geol.-Paläont. Samml. München. Natürliche Größe.

Fig. 7. Bauchregion von Macrosemius rostratus Ag. Lithographischer Schiefer. Geol.-Paläont. Sammlung München. Dreifache Vergrößerung.

Fig. 8. Hintere Bauchregion von Macrorhipis striatissima Münst. Lithographischer Schiefer. Kelheim. Geol.-Paläont. Sammlung München. Dreifache Vergrößerung.

Fig. 9. Bauchregion von Agassizia titania Wagner. Lithographischer Schiefer. Geol.-Paläont. Sammlung Dresden. Natürliche Größe.

Fig. 10. Hintere Bauchregion von Caturus gracilis Wagner. Lithographischer Schiefer. Eichstädt. Geol.-Paläont. Sammlung München. Dreifache Vergrößerung.

Fig. 11. Bauchregion zwischen Bauch- (b) und Afterflosse (a) von Caturus granulatus Münst. Lithographischer Schiefer. Eichstädt. Geol.-Paläont. Sammlung München. Dreifache Vergrößerung.

Fig. 12. Bauchregion zwischen Brust- (br) und Bauchflosse (b) von Caturus pachyurus Ag. Lithographischer Schiefer. Eichstädt. Geol.-Paläont. Sammlung München. Dreifache Vergrößerung.

Fig. 13. Bauchregion von Caturus elongatus Ag. Lithographischer Schiefer. Eichstädt. Geol.-Paläont. Sammlung Lyzeum Eichstädt. Dreifache Vergrößerung.

Fig. 14. Bauchregion von Eurycormus speciosus Wagner. Lithographischer Schiefer. Eichstädt. Geol.-Paläont. Sammlung München. Natürliche Größe.

Fig. 15. Bauchregion zwischen Bauch (b) und Afterflosse (a) von Megalurus elegantissimus Wagner. Lithographischer Schiefer. Solnhofen. Geol.-Paläont. Sammlung München. Dreifache Vergrößerung.

Fig. 16. Mittlere Körperregion von Leptolepis Knorri Ag. Oberer Jura. Solnhofen. Geol.-Paläont. Sammlung Stuttgart. Natürliche Größe.

Fig. 17. Bauchregion zwischen Brust- (br) und Afterflosse (a) von Leptolepis Knorri Ag. Lithographischer Schiefer. Eichsädt. Geol.-Paläont. Sammlung Dresden. Natürl. Größe.

Fig. 18. Bauchregion im Bereiche der Bauchflosse (b) von Leptolepis Knorri Ag. Oberer Jura. Solnhofen. Geol.-Paläont. Sammlung Berlin. Natürliche Größe.

Fig. 19. Bauchregion zwischen Brust- (br.) und Bauchflosse (b) von Leptopolis Knorri Ag. Oberer Jura. Solnhofen. Geol.-Paläont. Sammlung Berlin. Natürliche Größe.

Fig. 20. Leptolepis sprattiformis Ag. Lithographischer Schiefer. Eichstädt. Geol.-Paläont. Sammlung Dresden. Natürliche Größe.

Fig. 21. Bauchregion im Bereiche der Bauchflosse von Thrissops formosus Ag. Lithographischer Schiefer. Kehlheim. Geol.-Paläont. Sammlung München. Natürliche Grüße.

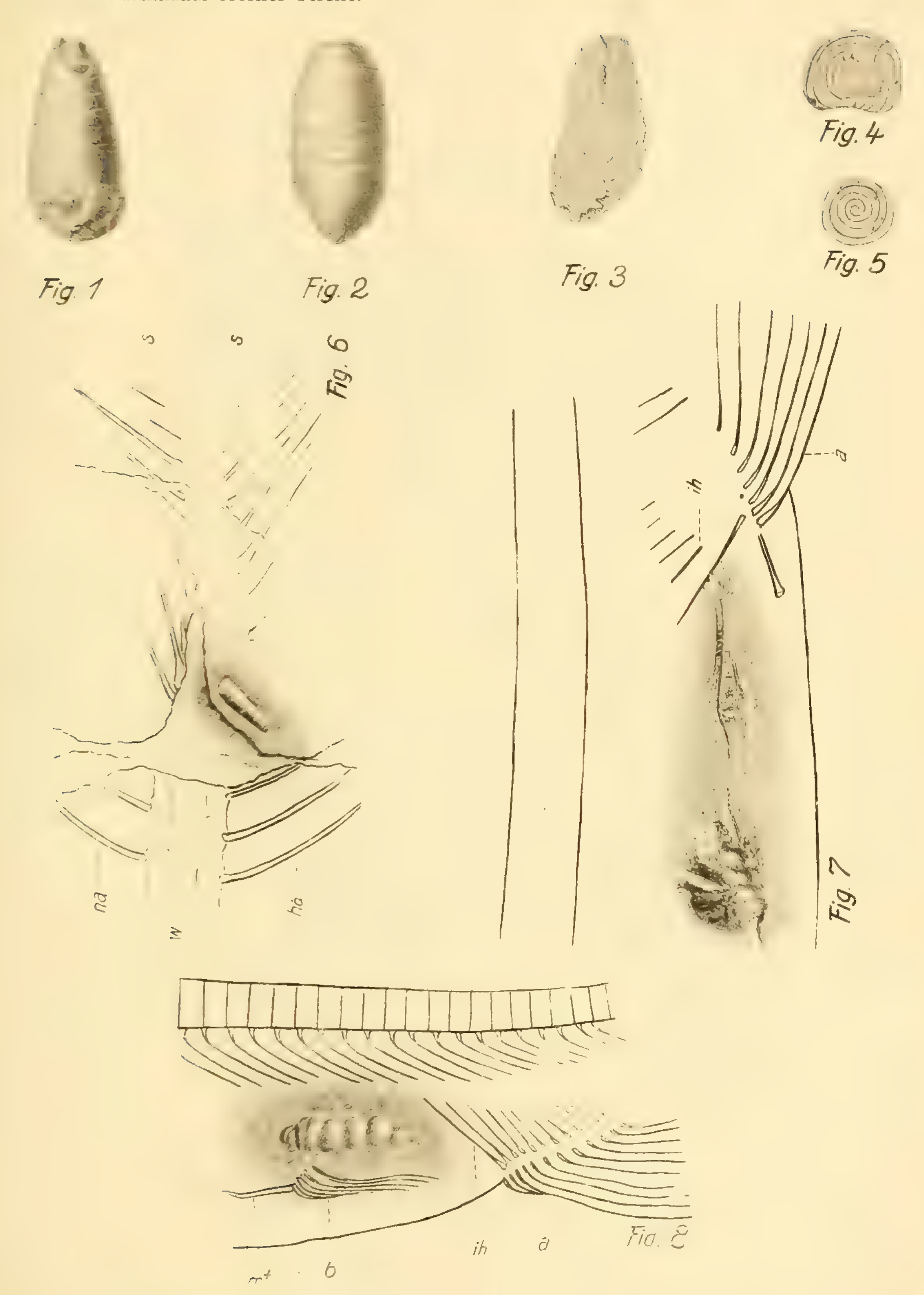
Fig. 22. Bauchregion zwischen Bauch- (b) und Afterflosse (a) von Aethalion tenuis Münst. Lithographischer Schiefer. Geol.-Paläont. Sammlung München. Dreifache Vergrößerung.

Fig. 23. Clupea Cuv. aus dem Eocän des Monte Bolca. Geol.-Paläont. Sammlung Berlin. Natürliche Größe.

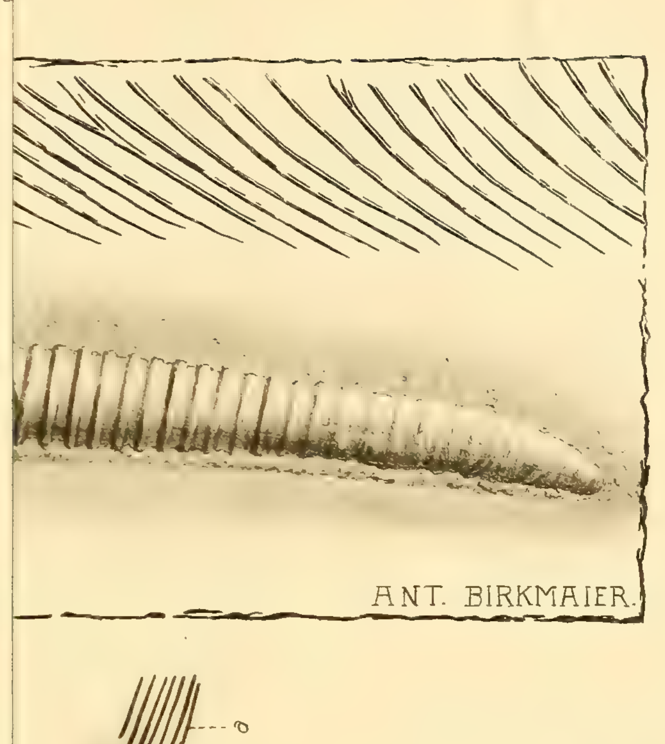
Fig. 24. Bauchregion zwischen Bauch- (b) und Afterflosse (a) von Spaniodon latus Ag. aus der Kreide von Sahel Alma. Libanon. Geol.-Paläont. Museum Stuttgart. Zweifache Vergrößerung.

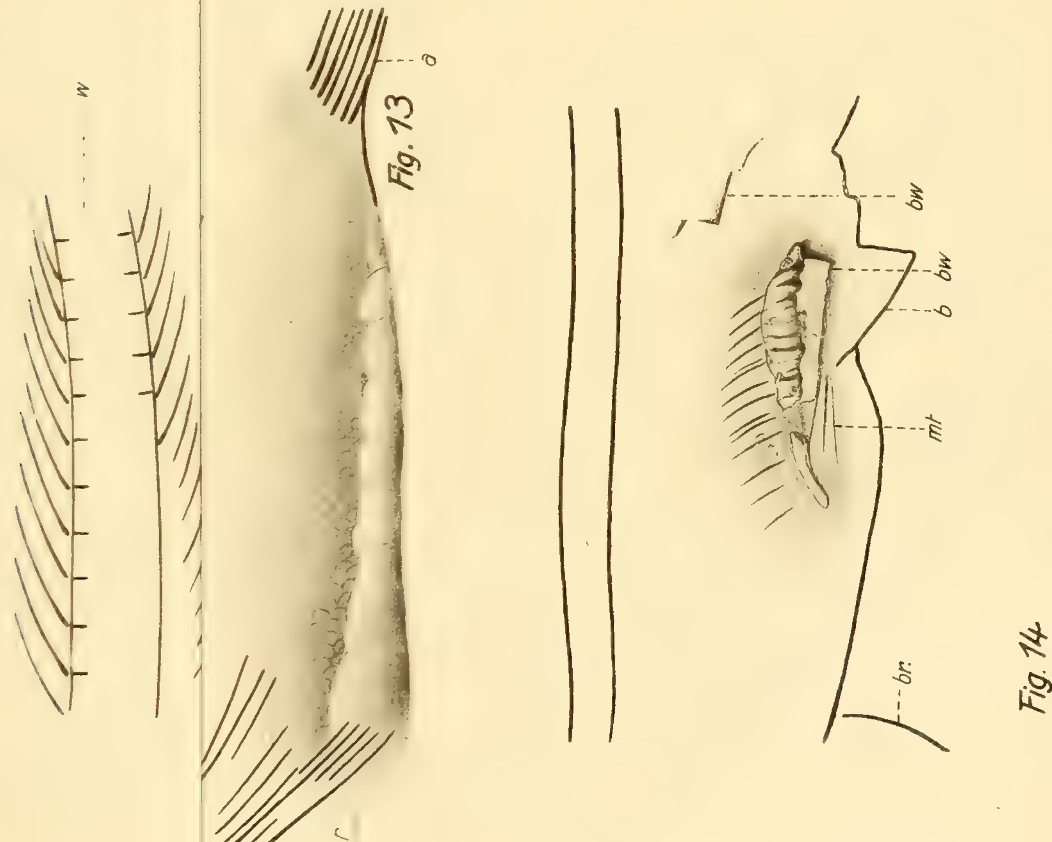
Buchstabenbezeichnung.

a Afterflosse,
b Bauchflosse,
br Brustflosse,
bw Bauchwand
ha Hämapophyse,
ih Interhaemalia.
mt Metapterygium,
na Neurapophysen,
r Ripppen,
s Schwanzflosse,
w Wirbelsäule.

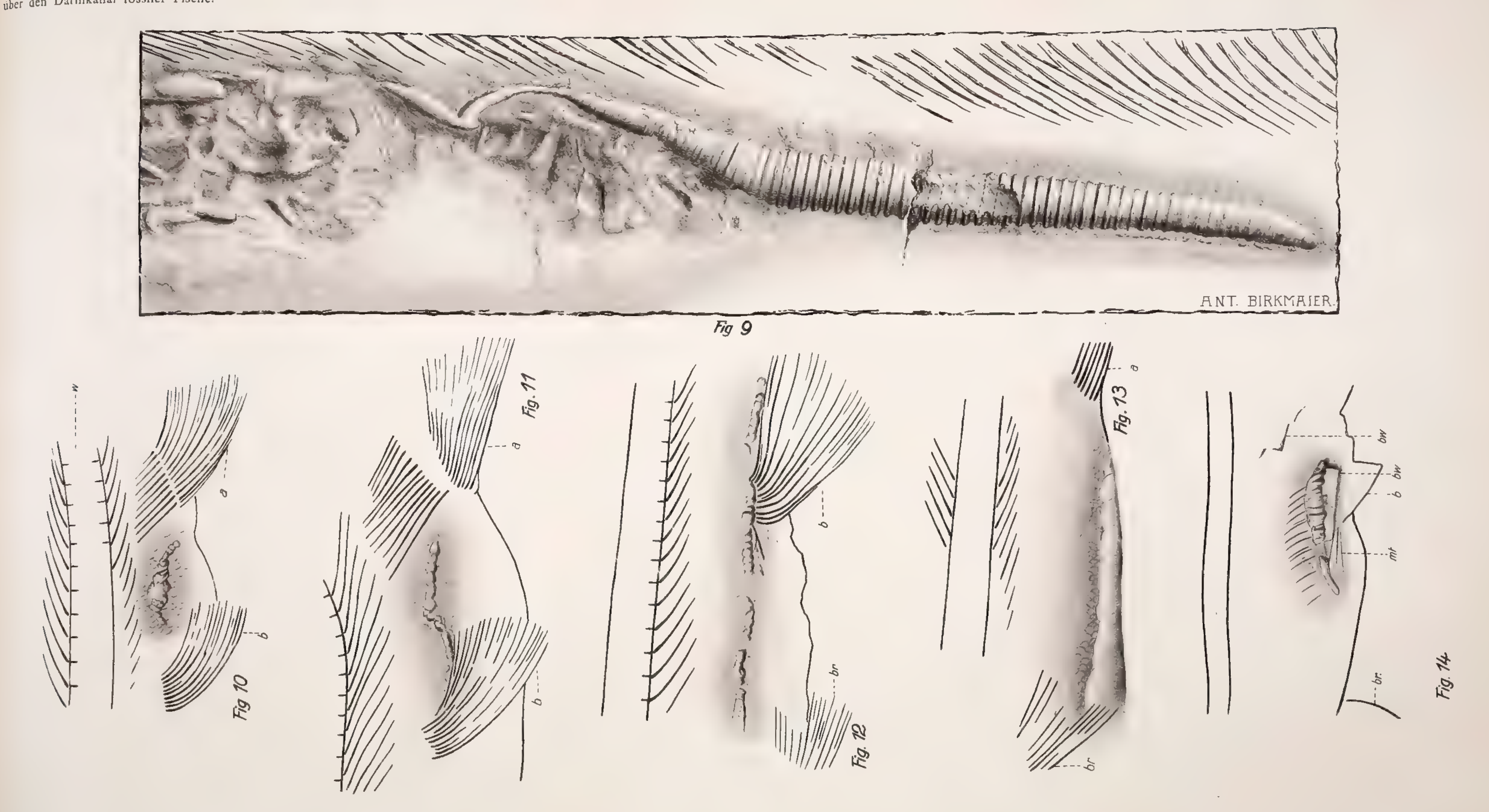

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
s
s
na
w
hä
Fig. 7
ih
a
Fig. 8
ih
a
b



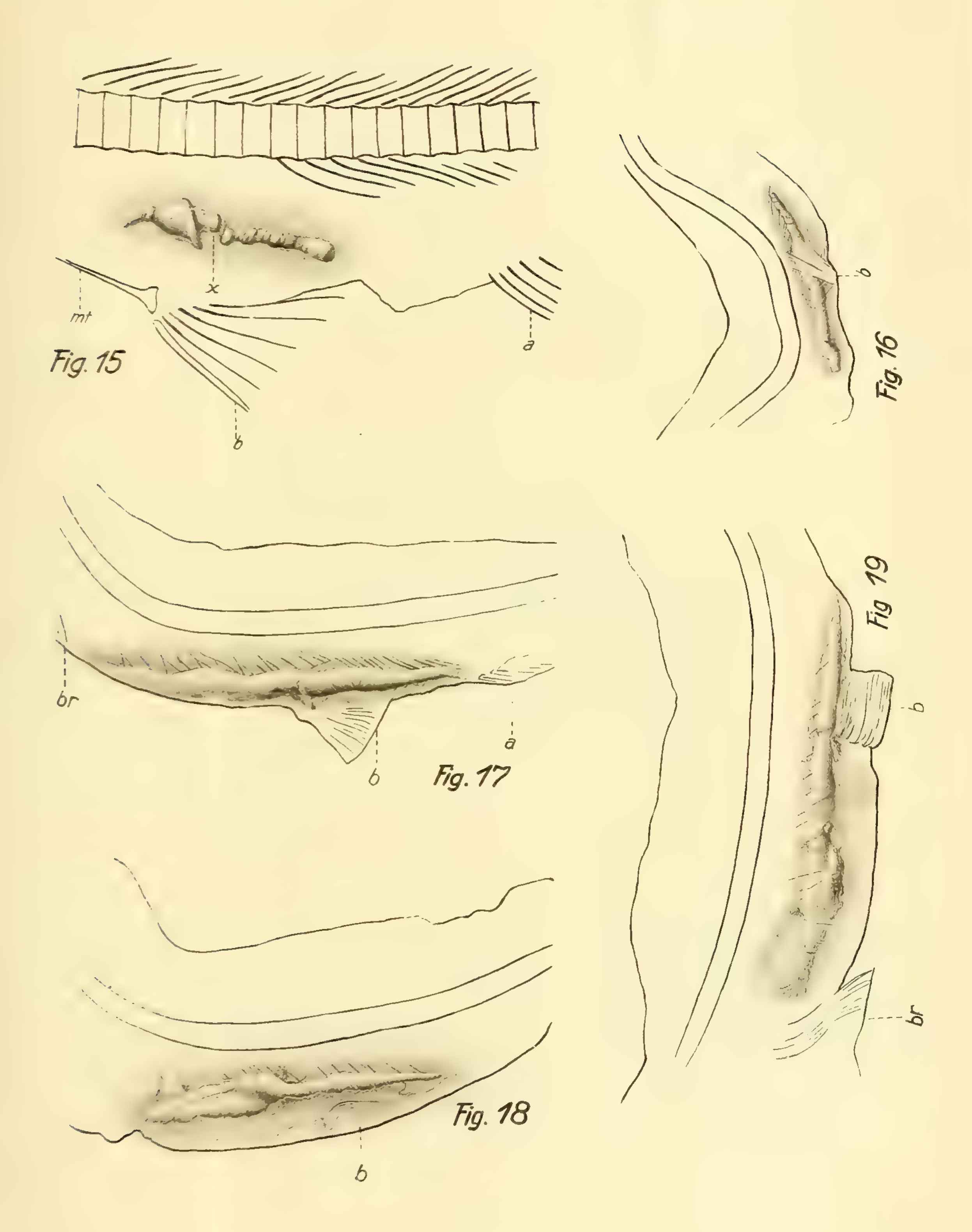

ANT. BIRKMAIER.


Fig. 13
a
br
Fig. 14
bw
bw
b
mt
br.




ANT. BIRKMAIER.
Fig 9
Fig 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
a
b
br
bw
mt




x
mt
a
b
Fig. 15
b
Fig. 16
br
a
b
Fig. 17
b
Fig. 18
Fig 19
b
br



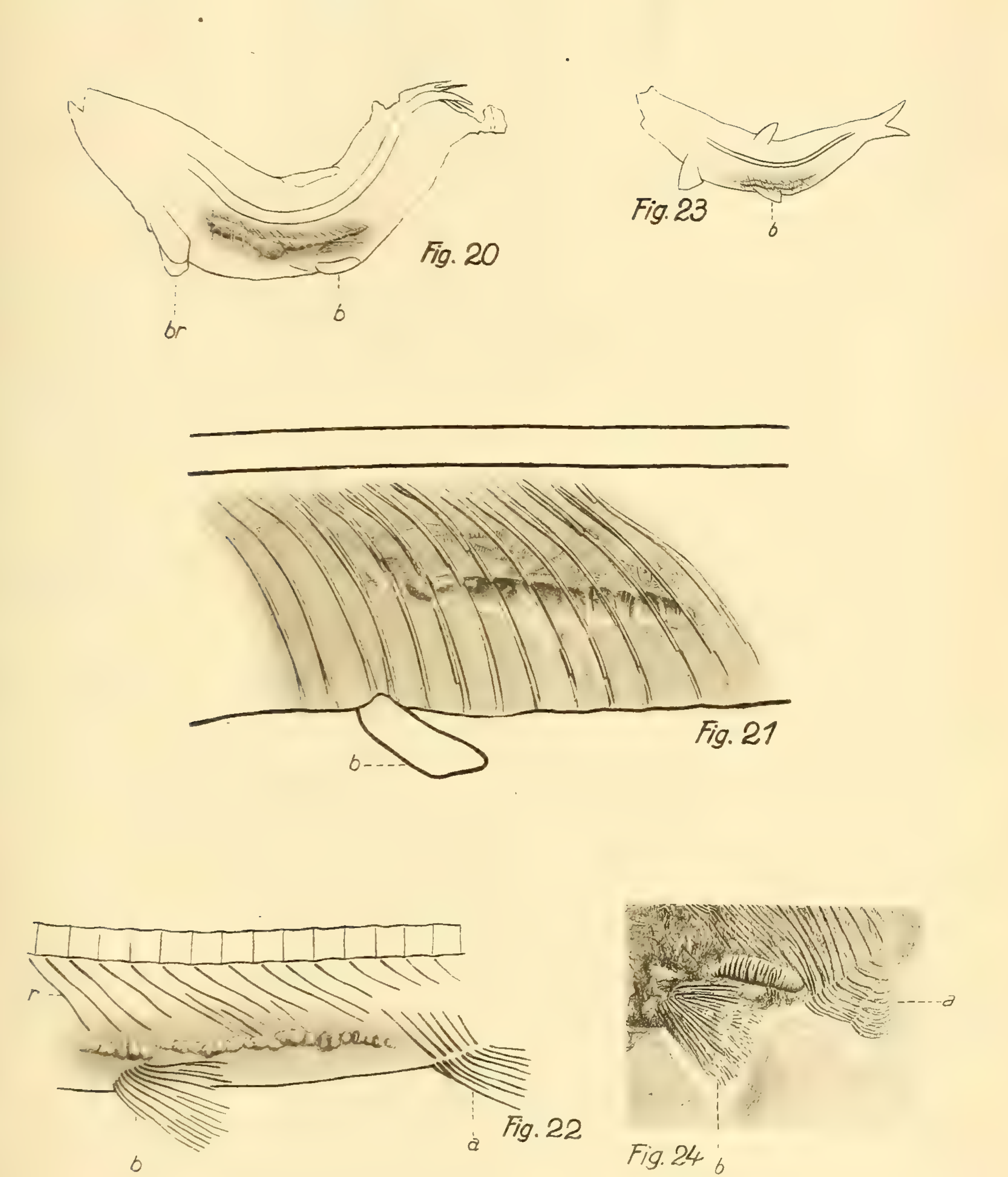


Fig. 20

Fig. 23

Fig. 21

Fig. 22

Fig. 24



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 3. Abhandlung

Die Biegungsflächen einer gegebenen Fläche

von

F. Lindemann

Vorgetragen am 5. Februar 1921

München 1921
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Auf Grund des Darboux'schen Satzes, daß die Charakteristiken der partiellen Differentialgleichung zweiter Ordnung, von der das Problem der Biegung abhängt, durch die Haupttangentenkurven der vorliegenden Fläche gegeben werden, hat man diese Kurven als Parameterkurven besonders bevorzugt, dadurch aber nur in besonderen Fällen (zumal bei der Verbiegung des Rotationsparaboloids) bemerkenswerte Resultate gewonnen. Näher liegt es, die Minimalkurven als Parameterkurven einzuführen, denn sie bleiben bekanntlich bei der Biegung invariant. Im folgenden werden deshalb zunächst diese Kurven allgemein eingeführt, was durch Gleichungen geschieht, die auch schon Bour aufgestellt, aber nicht benutzt hatte.

Die Untersuchung darüber, welchen Einfluß orthogonale Transformationen auf diese Gleichungen ausüben, führt dann zu einer Methode, um aus jeder Fläche unendlich viele Biegungsflächen abzuleiten und zwar durch bloße Quadraturen; dabei werden bei jedem Schritte zwei willkürliche Konstante eingeführt. Indem diese Konstanten selbst wieder als Funktionen der Variabeln aufgefaßt werden, gelingt es die Aufgabe auf eine Reihe von Quadraturen zurückzuführen, nachdem die Differentialgleichung der Minimalkurven der gegebenen Fläche als gelöst vorausgesetzt wird. Das gewonnene und in den Gleichungen (83) enthaltene Resultat ist nachträglich leicht zu bestätigen; man könnte also diese Gleichungen anschreiben zusammen mit den Gleichungen (76) und (79) und dann zeigen, daß alle Bedingungen erfüllt sind; d. h. man könnte alle Entwicklungen bis zum § 9 streichen, wenn es nur auf das Resultat und nicht auf den heuristischen Weg ankommt.

Zur Erläuterung werden überall bekannte Beispiele eingefügt. In den letzten Paragraphen werden besondere Probleme bezeichnet, die mit der Biegung zusammenhängen und historisch von Bedeutung sind.

§ 1. Die Minimalkurven als Parameterkurven.

Nach Analogie mit den Enneper'schen Formeln für Minimalflächen, machen wir, wenn α und β die Parameter der Minimalkurven einer beliebigen Fläche bedeuten, für die Koordinaten der Punkte dieser Fläche den folgenden Ansatz:

$$\begin{aligned} x &= \int [\varphi_1 U d\alpha + \psi_1 V d\beta], \\ y &= \int [\varphi_2 U d\alpha + \psi_2 V d\beta], \\ z &= \int [\varphi_3 U d\alpha + \psi_3 V d\beta], \end{aligned} \tag{1}$$

wo mit U, V, φ_1, φ_2, φ_3, ψ_1, ψ_2, ψ_3 Funktionen von α und β bezeichnet seien. Sollen die unter den Integralzeichen stehenden Ausdrücke vollständige Differentiale sein, so müssen die drei Bedingungen

$$\frac{\partial \varphi_i}{\partial \beta} U + \varphi_i \frac{\partial U}{\partial \beta} = \frac{\partial \psi_i}{\partial \alpha} V + \psi_i \frac{\partial V}{\partial \alpha} \qquad \text{für } i = 1, 2, 3 \tag{2}$$

erfüllt sein. Dann bedeuten α, β in der Tat die Parameter der Minimalkurven, falls die Funktionen φ_i und ψ_i noch den Bedingungen

$$\varphi_1^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3^2 = 0, \qquad \psi_1^2 + \psi_2^2 + \psi_3^2 = 0 \tag{3}$$

genügen. Hieraus folgt weiter:

$$\Sigma \varphi_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial \alpha} = 0, \quad \Sigma \varphi_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial \beta} = 0, \quad \Sigma \psi_i \frac{\partial \psi_i}{\partial \alpha} = 0, \quad \Sigma \psi_i \frac{\partial \psi_i}{\partial \beta} = 0 \tag{4}$$

und mittels dieser Relationen erhält man aus (2):

$$\begin{aligned}
&V \Sigma \varphi_i \frac{\partial \psi_i}{\partial \alpha} + \frac{\partial V}{\partial \alpha} \Sigma \varphi_i \psi_i = 0,\\
&U \Sigma \psi_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial \beta} + \frac{\partial U}{\partial \beta} \Sigma \varphi_i \psi_i = 0.\\
&U \Sigma \frac{\partial \varphi_i}{\partial \alpha} \frac{\partial \varphi_i}{\partial \beta} = V \Sigma \frac{\partial \varphi_i}{\partial \alpha} \frac{\partial \psi_i}{\partial \alpha} + \frac{\partial V}{\partial \alpha} \Sigma \psi_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial \alpha},\\
&V \Sigma \frac{\partial \psi_i}{\partial \alpha} \frac{\partial \psi_i}{\partial \beta} = U \Sigma \frac{\partial \varphi_i}{\partial \beta} \frac{\partial \psi_i}{\partial \beta} + \frac{\partial U}{\partial \beta} \Sigma \varphi_i \frac{\partial \psi_i}{\partial \beta}.
\end{aligned} \tag{5}$$

Von diesen vier Gleichungen sind die beiden letzten Gleichungen (5) infolge der beiden ersten Gleichungen (5) von einander abhängig.

Setzt man nämlich den Wert von $\frac{\partial V}{\partial \alpha}$ aus der ersten in die dritte Gleichung ein, so ergibt sich:

$$U \cdot \Sigma \frac{\partial \varphi_i}{\partial \alpha} \frac{\partial \varphi_i}{\partial \beta} \cdot \Sigma \varphi_i \psi_i = V \cdot \left[\Sigma \varphi_i \psi_i \cdot \Sigma \frac{\partial \varphi_i}{\partial \alpha} \frac{\partial \psi_i}{\partial \alpha} - \Sigma \psi_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial \alpha} \cdot \Sigma \varphi_i \frac{\partial \psi_i}{\partial \alpha} \right], \tag{6}$$

und ebenso aus der zweiten und vierten Gleichung durch Elimination von $\frac{\partial U}{\partial \beta}$;

$$V \cdot \Sigma \frac{\partial \psi_i}{\partial \alpha} \frac{\partial \psi_i}{\partial \beta} \cdot \Sigma \varphi_i \psi_i = U \left[\Sigma \varphi_i \psi_i \cdot \Sigma \frac{\partial \psi_i}{\partial \beta} \frac{\partial \varphi_i}{\partial \beta} - \Sigma \varphi_i \frac{\partial \psi_i}{\partial \beta} \cdot \Sigma \psi_i \frac{\partial \varphi_i}{\partial \beta} \right]. \tag{7}$$

Diese beiden Gleichungen aber werden infolge der Bedingungen (3) mit einander identisch. Letztere Bedingungen können wir nämlich, da es wegen der zur Verfügung stehenden Funktionen U und V auf einen gemeinsamen Faktor der Funktionen φ_i und ψ_i nicht ankommt, in allgemeinster Weise durch den Ansatz befriedigen:

$$\begin{aligned}
&\varphi_1 = \cos \lambda, \qquad \varphi_2 = \sin \lambda, \qquad \varphi_3 = i,\\
&\psi_1 = \cos \mu, \qquad \psi_2 = \sin \mu, \qquad \psi_3 = - i,
\end{aligned} \tag{8}$$

wenn λ und μ Funktionen von α, β bezeichnen. Dann wird:

$$\Sigma\varphi_i\psi_i = \cos\lambda\cos\mu + \sin\lambda\sin\mu + 1 = \operatorname{cosin}(\lambda-\mu) + 1,$$

$$(9)\quad \begin{aligned}
&\Sigma\varphi_i\frac{\partial\psi_i}{\partial\alpha} = \sin(\lambda-\mu)\cdot\frac{\partial\mu}{\partial\alpha}, && \Sigma\varphi_i\frac{\partial\psi_i}{\partial\beta} = \sin(\lambda-\mu)\cdot\frac{\partial\mu}{\partial\beta},\\
&\Sigma\psi_i\frac{\partial\varphi_i}{\partial\alpha} = \sin(\mu-\lambda)\cdot\frac{\partial\lambda}{\partial\alpha}, && \Sigma\psi_i\frac{\partial\varphi_i}{\delta\beta} = \sin(\mu-\lambda)\cdot\frac{\partial\lambda}{\partial\beta}.\\
&\Sigma\frac{\partial\varphi_i}{\partial\alpha}\frac{\partial\varphi_i}{\partial\beta} = \frac{\partial\lambda}{\partial\alpha}\frac{\partial\lambda}{\partial\beta}, && \Sigma\frac{\partial\psi_i}{\partial\alpha}\frac{\partial\psi_i}{\partial\alpha} = \frac{\partial\mu}{\partial\alpha}\frac{\partial\mu}{\partial\beta},\\
&\Sigma\frac{\partial\varphi_i}{\partial\alpha}\frac{\partial\psi_i}{\partial\alpha} = \operatorname{cosin}(\lambda-\mu)\frac{\partial\lambda}{\partial\alpha}\frac{\partial\mu}{\partial\alpha}, && \Sigma\frac{\partial\varphi_i}{\partial\beta}\frac{\partial\psi_i}{\partial\beta} = \operatorname{cosin}(\lambda-\mu)\cdot\frac{\partial\lambda}{\partial\beta}\frac{\partial\mu}{\partial\beta}.
\end{aligned}$$

Setzt man diese Werte in (6) und (7) ein, so gehen beide Gleichungen (nach Streichung eines beiderseits auftretenden Faktors $1+\operatorname{cosin}(\lambda-\mu)$ über in die einfache Relation:

$$(10)\qquad V\frac{\partial\mu}{\partial\alpha} = U\frac{\partial\lambda}{\partial\beta},$$

und, wenn zur Abkürzung

$$(11)\qquad \lambda-\mu = \omega$$

gesetzt wird, so ergeben die beiden ersten Gleichungen (5):

$$(12)\qquad \frac{\partial\lg V}{\partial\alpha} = -\frac{\sin\omega}{1+\operatorname{cosin}\omega}\frac{\partial\mu}{\partial\alpha}, \qquad \frac{\partial\lg U}{\partial\beta} = \frac{\sin\omega}{1+\operatorname{cosin}\omega}\frac{\partial\lambda}{\partial\beta},$$

also durch Vergleichung mit (10):

$$\frac{\partial\lg V}{\partial\alpha}\cdot V = -\frac{\partial\lg U}{\partial\beta}\cdot U \quad\text{oder}\quad \frac{\partial V}{\partial\alpha} = -\frac{\partial U}{\partial\beta}.$$

Die in (1) auftretenden Funktionen U und V lassen sich folglich durch eine Funktion Ω mittels der Gleichungen

$$(13)\qquad U = \frac{\partial\Omega}{\partial\alpha}, \qquad V = -\frac{\partial\Omega}{\partial\beta}$$

ausdrücken. Wir setzen im folgenden

$$(14)\qquad \Omega_1 = \frac{\partial\Omega}{\partial\alpha}, \qquad \Omega_2 = \frac{\partial\Omega}{\partial\beta};$$

dann erscheinen die Gleichungen (12) in der Form

$$\frac{\partial\lg\Omega_2}{\partial\alpha} = -\operatorname{tg}\frac{\omega}{2}\cdot\frac{\partial\mu}{\partial\alpha}, \qquad \frac{\partial\lg\Omega_1}{\partial\beta} = \operatorname{tg}\frac{\omega}{2}\cdot\frac{\partial\lambda}{\partial\beta}$$

$$= \operatorname{tg}\frac{\omega}{2}\cdot\left(\frac{\partial\mu}{\partial\beta}+\frac{\partial\omega}{\partial\beta}\right).$$

Es ist folglich:

$$(15)\qquad \frac{\partial \mu}{\partial \alpha} = -\operatorname{cotg}\frac{\omega}{2}\cdot\frac{\partial \lg \Omega_2}{\partial \alpha},\qquad \frac{\partial \mu}{\partial \beta} = -\frac{\partial \omega}{\partial \beta} + \operatorname{cotg}\frac{\omega}{2}\cdot\frac{\partial \lg \Omega_1}{\partial \beta},\ \text{und ebenso:}$$

$$(15\text{a})\qquad \frac{\partial \lambda}{\partial \alpha} = \frac{\partial \omega}{\partial \alpha} - \operatorname{cotg}\frac{\omega}{2}\cdot\frac{\partial \lg \Omega_2}{\partial \alpha},\qquad \frac{\partial \lambda}{\partial \beta} = +\operatorname{cotg}\frac{\omega}{2}\cdot\frac{\partial \lg \Omega_1}{\partial \beta}$$

also, wenn man die erste Gleichung (15) nach β, die zweite nach α differentiert:

$$(16)\qquad \frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\operatorname{cotg}\frac{\omega}{2}\,\frac{\partial \lg \Omega_1}{\partial \beta}\right) + \frac{\partial}{\partial \beta}\left(\operatorname{cotg}\frac{\omega}{2}\,\frac{\partial \lg \Omega_2}{\partial \alpha}\right) = \frac{\partial^2 \omega}{\partial \alpha\,\partial \beta}.$$

Durch diese Differentialgleichung, in welcher Ω_1 und Ω_2 durch (13) und (14), ω durch (11) gegeben werden, sind die Funktionen ω und Ω an einander gebunden. Ist ω bekannt, so ist dies für Ω eine partielle Gleichung dritter Ordnung; ist umgekehrt Ω gegeben, so bestimmt sich ω durch eine partielle Gleichung zweiter Ordnung. Sind Ω und ω bekannt, so wird μ aus (15) und sodann λ aus (11) gefunden. Es ist λ zu μ konjugiert imaginär, ω rein imaginär und Ω ebenfalls rein imaginär. Die Formeln für die Darstellung einer beliebigen Fläche durch ihre Minimalkurven werden, wenn man noch Ω durch $-iW$ und in (1) z durch $-z$ ersetzt:

$$(17)\qquad \begin{gathered} x = i\int\left[\frac{\partial W}{\partial \alpha}\operatorname{cosin}\lambda\, d\alpha - \frac{\partial W}{\partial \beta}\operatorname{cosin}\mu\, d\beta\right],\quad y = i\int\left[\frac{\partial W}{\partial \alpha}\sin\lambda\, d\alpha - \frac{\partial W}{\partial \beta}\sin\mu\, d\beta\right], \\ z = \int\left[\frac{\partial W}{\partial \alpha}\, d\alpha + \frac{\partial W}{\partial \beta}\,\partial\beta\right] = W + \text{Const.} \end{gathered}$$

Die Funktion W genügt derselben Differentialgleichung (16), wie die Funktion Ω; dieselbe wird:

$$(18)\qquad \begin{gathered} \sin\omega\left[\frac{\partial W}{\partial \alpha}\frac{\partial W}{\partial \beta}\left(\frac{\partial^3 W}{\partial \alpha^2\partial \beta}\frac{\partial W}{\partial \beta} + \frac{\partial^3 W}{\partial \alpha\partial \beta^2}\frac{\partial W}{\partial \alpha}\right) - \frac{\partial^2 W}{\partial \alpha\partial \beta}\left\{\frac{\partial^2 W}{\partial \alpha^2}\left(\frac{\partial W}{\partial \beta}\right)^2 + \frac{\partial^2 W}{\partial \beta^2}\left(\frac{\partial W}{\partial \alpha}\right)^2\right\}\right] \\ -\frac{\partial W}{\partial \alpha}\frac{\partial W}{\partial \beta}\frac{\partial^2 W}{\partial \alpha\partial \beta}\left(\frac{\partial \omega}{\partial \alpha}\frac{\partial W}{\partial \beta} + \frac{\partial \omega}{\partial \beta}\frac{\partial W}{\partial \alpha}\right) = 2\sin^2\frac{\omega}{2}\cdot\frac{\partial^2 \omega}{\partial \alpha\partial \beta}\left(\frac{\partial W}{\partial \alpha}\right)^2\left(\frac{\partial W}{\partial \beta}\right)^2. \end{gathered}$$

Man überzeugt sich leicht, daß infolge der aufgestellten Gleichungen der Ausdruck $\operatorname{cosin}\lambda\cdot W_\alpha\cdot d\alpha = \operatorname{cosin}\mu\cdot W_\beta\cdot d\beta$ in der Tat ein vollständiges Differential ist. Soll allgemein

$$P W_\alpha\, d\alpha + Q W_\beta\, d\beta$$

ein solches Differential sein, so ergibt sich

$$(18\text{a})\qquad (P-Q)\, W_{\alpha\beta} = Q_\alpha W_\beta - P_\beta W_\alpha\,.$$

Setzt man nun

$$\begin{aligned} P &= \operatorname{cosin}\lambda, & Q &= -\operatorname{cosin}\mu, \\ \lambda_\beta W_\alpha &= \varphi\cdot W_{\alpha\beta}, & \mu_\alpha W_\beta &= \psi\cdot W_{\alpha\beta}, \end{aligned}$$

so ergibt sich, falls $W_{\alpha\beta}$ nicht gleich Null ist:

$$\cos\lambda + \cos\mu = \varphi \sin\lambda + \psi \sin\mu\,, \tag{18b}$$

und wenn $\varphi = -\psi = \operatorname{cotg}\frac{\omega}{2}$ gemäß (11) gesetzt wird, so ist diese Bedingung identisch erfüllt, indem beide Seiten gleich $2\cos\frac{1}{2}(\lambda-\mu)\cdot\sin\frac{1}{2}(\lambda+\mu)$ werden.

Nachträglich bemerkte ich, daß schon Bour[1]) die Gleichungen (17) aufgestellt und für W die unten folgende Gleichung (36) abgeleitet hat. Er macht aber von diesen Gleichungen keinen weiteren Gebrauch, er sagt nur, daß er auf die Integration der Gleichung (36) später zurückkommen werde, was aber nicht geschehen zu sein scheint.

Auch Bonnet führt die Minimalkurven einer Fläche als Parameterkurven ein und kommt zu folgenden Formeln[2]):

$$\begin{aligned} dx &= i\,(m^2 + n^2)\,d\alpha + i\,(m'^2 + n'^2)\,d\beta\,,\\ dy &= (m^2 - n^2)\,d\alpha + (m'^2 - n'^2)\,d\beta\,,\\ dz &= 2\,m\,n\,d\alpha + 2\,m'\,n'\,d\beta\,, \end{aligned}$$

deren Integrabilitätsbedingungen zu der Gleichung[3])

$$\varphi\,(rt - s^2) - 2\,\frac{\partial\varphi}{\partial\beta}\,qr - 2\,\frac{\partial\varphi}{\partial\alpha}\,pt + 4pq\,\frac{\partial^2\varphi}{\partial\alpha\,\partial\beta} = 0\,, \tag{18c}$$

führen, wo $i\varphi = mn' - nm'$ und wo $p,\ q,\ r,\ s,\ t$ die Differentialquotienten einer Funktion ζ bedeuten, aus der m und m' durch die Gleichungen

$$m^2 = p = \frac{\partial\zeta}{\partial\alpha}\,, \qquad m'^2 = q = \frac{\partial\zeta}{\partial\beta}$$

bestimmt werden; es ist ferner $\varphi^2 = F$, wenn F die Gaußsche Fundamentalgröße bezeichnet. Bonnet verwendet seine Gleichungen nur für einige besondere Fälle.

§ 2. Die Fundamentalgleichungen der Flächentheorie.

Die sechs Fundamentalgrößen der Flächentheorie bezeichnen wir in üblicher Weise mit $E,\ F,\ G,\ D,\ D',\ D''$. Es ist dann für die Variablen $\alpha,\ \beta$

$$E=0,\quad G=0,\quad F=\Big[1+\cos(\lambda-\mu)\Big]\frac{\partial W}{\partial\alpha}\frac{\partial W}{\partial\beta} = 2\cdot\cos^2\frac{\omega}{2}\cdot W_\alpha W_\beta\,. \tag{19}$$

[1]) Journal de l'Ecole polytechnique, tome 22, 1862, p. 13 ff.

[2]) Vgl. Journal de l'Ecole polytechnique, tome 25, 1867.

[3]) Vgl. auch Darboux, Leçons sur la Théorie générale des surfaces, tom. 3, p. 261, wo diese Gleichung als besonderer Fall einer allgemeineren erhalten wird.

Ferner:

$$(20)\quad \begin{aligned} D &= \Sigma \pm x_{\alpha\alpha} y_\alpha z_\beta = \left(\frac{\partial W}{\partial \alpha}\right)^2 \frac{\partial W}{\partial \beta} \frac{\partial \lambda}{\partial \alpha}\left[1+\cos(\lambda-\mu)\right] = \frac{\partial W}{\partial \alpha}\frac{\partial \lambda}{\partial \alpha}\cdot F,\\ D'' &= \Sigma \pm x_{\beta\beta} y_\alpha z_\beta = -\frac{\partial W}{\partial \alpha}\left(\frac{\partial W}{\partial \beta}\right)^2 \frac{\partial \mu}{\partial \beta}\left[1+\cos(\lambda-\mu)\right], = -\frac{\partial W}{\partial \beta}\frac{\partial \mu}{\partial \beta}\cdot F,\\ D' &= \Sigma \pm x_{\alpha\beta} y_\alpha z_\beta = \left(\frac{\partial W}{\partial \alpha}\right)^2 \frac{\partial W}{\partial \beta} \frac{\partial \lambda}{\partial \beta}\left[1+\cos(\lambda-\mu)\right] = \frac{\partial W}{\partial \alpha}\frac{\partial \lambda}{\partial \beta}\cdot F,\\ &= -\frac{\partial W}{\partial \alpha}\left(\frac{\partial W}{\partial \beta}\right)^2 \frac{\partial \mu}{\partial \alpha}\left[1+\cos(\lambda-\mu)\right] = -\frac{\partial W}{\partial \beta}\frac{\partial \mu}{\partial \alpha}\cdot F, \end{aligned}$$

und hieraus in Übereinstimmung mit Gleichung (10) und (13), wo Ω durch $-iW$ zu ersetzen ist:

$$(21)\quad \frac{\partial W}{\partial \alpha}\frac{\partial \lambda}{\partial \beta} = -\frac{\partial W}{\partial \beta}\frac{\partial \mu}{\partial \alpha}.$$

Aus (20) ergibt sich:

$$DD'' - D'^2 = \left(\frac{\partial W}{\partial \alpha}\right)^3 \left(\frac{\partial W}{\partial \beta}\right)^3 \left[1+\cos(\lambda-\mu)\right]^2 \left(\frac{\partial \mu}{\partial \alpha}\frac{\partial \lambda}{\partial \beta} - \frac{\partial \mu}{\partial \beta}\frac{\partial \lambda}{\partial \alpha}\right).$$

und hier ist auf der rechten Seite nach (11) und (15):

$$\frac{\partial \mu}{\partial \alpha}\frac{\partial \lambda}{\partial \beta} - \frac{\partial \mu}{\partial \beta}\frac{\partial \lambda}{\partial \alpha} = \omega_\alpha \omega_\beta - \operatorname{cotg}\frac{\omega}{2}\cdot\left(\frac{\omega_\alpha}{W_\alpha} + \frac{\omega_\beta}{W_\beta}\right).$$

Andererseits ist nach der berühmten Gauß'schen Formel:

$$DD'' - D'^2 = F\cdot(F_\alpha \cdot F_\beta - F\cdot F_{\alpha\beta}) = -W_\alpha W_\beta \cdot F^2 \cdot (\lambda_\alpha \mu_\beta - \lambda_\beta \mu_\alpha).$$

Setzt man hierin den Wert von F_α, F_β und $F_{\alpha\beta}$ aus (19) ein und vergleicht die beiden Ausdrücke für $DD'' - D'^2$, so ergibt sich wieder die Differentialgleichung (16) bzw. (18) zwischen W und ω.

Die sogenannten Codazzi'schen Gleichungen ergeben hier:

$$(22)\quad \begin{aligned} F\left(\frac{\partial D'}{\partial \alpha} - \frac{\partial D}{\partial \beta}\right) + D\frac{\partial F}{\partial \beta} - 2D'\frac{\partial F}{\partial \alpha} &= 0,\\ F\left(\frac{\partial D'}{\partial \beta} - \frac{\partial D''}{\partial \alpha}\right) + D''\frac{\partial F}{\partial \alpha} - 2D'\frac{\partial F}{\partial \beta} &= 0. \end{aligned}$$

Setzt man in die erste obige Werte (20) ein, so wird:

$$(23)\quad \left(\frac{\partial^2 W}{\partial \alpha^2}\frac{\partial \lambda}{\partial \beta} - \frac{\partial^2 W}{\partial \alpha \partial \beta}\frac{\partial \lambda}{\partial \alpha}\right) F - \frac{\partial W}{\partial \alpha}\frac{\partial \lambda}{\partial \beta}\frac{\partial F}{\partial \alpha} = 0$$

oder wenn man statt λ mittels (11) und (15a) die Funktion ω einführt:

$$(24)\qquad \operatorname{cotg}\frac{\omega}{2}\left[F\frac{\partial}{\partial\alpha}(W_\alpha W_\beta) - F_\alpha W_\alpha W_\beta\right] = F\cdot\omega_\alpha\cdot W_\alpha W_\beta,$$

und die Gleichung wird zur Identität, wenn man ω mit Hilfe des in (19) gegebenen Wertes von F eliminiert. Entsprechendes gilt für die zweite Gleichung (22).

Die Differentialgleichung der Haupttangentenkurven ist:

$$D\,d\alpha^2 + 2D'\,d\alpha\,d\beta + D''\,d\beta^2 = 0$$

oder:

$$(25)\qquad \frac{\partial W}{\partial\alpha}\,d\lambda\,d\alpha - \frac{\partial W}{\partial\beta}\,d\mu\,d\beta = 0$$

und die Differentialgleichung der Krümmungslinien:

$$D''\,d\beta^2 - D\,d\alpha^2 = 0$$

oder:

$$(26)\qquad \frac{\partial W}{\partial\beta}\frac{\partial\mu}{\partial\beta}\,d\beta^2 + \frac{\partial W}{\partial\alpha}\frac{\partial\lambda}{\partial\alpha}\,d\alpha^2 = 0.$$

Für die mittlere Krümmung und das Krümmungsmaß findet man:

$$(27)\qquad \frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2} = \frac{2D'}{F^2} = -2\frac{W_\alpha\lambda_\beta}{F} = 2\frac{W_\beta\mu_\alpha}{F} = \frac{2W_{\alpha\beta}}{\sin\omega\cdot W_\alpha W_\beta}.$$

$$(28)\qquad \frac{1}{R_1R_2} = \frac{DD''-D'^2}{F^4} = -\frac{W_\alpha W_\beta(\lambda_\alpha\mu_\beta-\lambda_\beta\mu_\alpha)}{F^3} = -\frac{\lambda_\alpha\mu_\beta-\lambda_\beta\mu_\alpha}{F\operatorname{cosin}^2\frac{\omega}{2}}.$$

Die Differentialgleichung der geodätischen Linie wird:

$$(29)\qquad F\frac{d^2\beta}{d\alpha^2} + F_\beta'\left(\frac{d\beta}{d\alpha}\right)^2 - F_\alpha'\frac{d\beta}{d\alpha} = 0,$$

worin F, F_α', F_β' aus (19) einzusetzen sind.

Das sphärische Bild der Fläche ist gegeben durch die Gleichungen:

$$\Delta\cdot X = A,\qquad \Delta\cdot Y = B,\qquad \Delta\cdot Z = C,$$

wo:

$$A = y_\alpha z_\beta - y_\beta z_\alpha = iW_\alpha W_\beta(\sin\lambda+\sin\mu) = 2iW_\alpha W_\beta\sin\frac{\lambda+\mu}{2}\operatorname{cosin}\frac{\lambda-\mu}{2}$$

$$B = z_\alpha x_\beta - z_\beta x_\alpha = -iW_\alpha W_\beta(\operatorname{cosin}\lambda+\operatorname{cosin}\mu) = -2iW_\alpha W_\beta\operatorname{cosin}\frac{\lambda+\mu}{2}\cdot\operatorname{cosin}\frac{\lambda-\mu}{2}$$

$$C = x_\alpha y_\beta - x_\beta y_\alpha = -W_\alpha W_\beta\sin(\lambda-\mu) = -2W_\alpha W_\beta\sin\frac{\lambda-\mu}{2}\cdot\operatorname{cosin}\frac{\lambda-\mu}{2}$$

$$\Delta^2 = A^2+B^2+C^2 = -F^2 = -W_\alpha^2W_\beta^2(1+\operatorname{cosin}\omega)^2 = -4W_\alpha^2W_\beta^2\left(\operatorname{cosin}\frac{\omega}{2}\right)^4,$$

also:

$$X = \frac{\sin\frac{\lambda+\mu}{2}}{\operatorname{cosin}\frac{\lambda-\mu}{2}},\qquad Y = -\frac{\operatorname{cosin}\frac{\lambda+\mu}{2}}{\operatorname{cosin}\frac{\lambda-\mu}{2}},\qquad Z = i\frac{\sin\frac{\lambda-\mu}{2}}{\operatorname{cosin}\frac{\lambda-\mu}{2}} = i\operatorname{tg}\frac{\lambda-\mu}{2}.$$

Die Vergleichung dieser Ausdrücke mit den unten in den Gleichungen (50) aufgestellten für die Darstellung der Kugel durch ihre Minimalgeraden läßt erkennen, daß die Gleichungen $\lambda =$ Const. und $\mu =$ Const. auf der gegebenen Fläche diejenigen Kurven darstellen, welche bei der sphärischen Abbildung in die Minimalgeraden der Bildkugel übergehen.

§ 3. Die Biegung einer Fläche.

Bei Biegung einer Fläche bleiben die Minimalkurven derselben bekanntlich invariant. Es wird sich deshalb empfehlen, das Problem der Biegung mit Hilfe der Darstellung der Flächen durch ihre Minimalkurven, d. h. auf Grund der Formeln (17) in Angriff zu nehmen. Sind dann $E = 0$, $G = 0$, $F = F(\alpha, \beta)$ die drei Gauß'schen Fundamentalgrößen erster Ordnung einer gegebenen Fläche, so handelt es sich darum, die Coordinaten x, y, z einer ihrer Biegungsflächen vermöge der Gleichungen (17) so als Funktionen von α, β darzustellen, daß die Relation (19), d. h.

$$2 \cosin^2 \frac{\omega}{2} \cdot \frac{\partial W}{\partial \alpha} \frac{\partial W}{\partial \beta} = F(\alpha, \beta) \tag{30}$$

erfüllt wird und daß zwischen den Funktionen W und ω zugleich die Gleichung (18) besteht.

Eliminieren wir aus beiden Gleichungen ω, so ergibt sich eine Gleichung zwischen W und F in folgender Weise. Aus (19) erhalten wir durch logarithmisches Differenzieren:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \omega}{\partial \alpha} \cdot \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} &= \frac{W_{\alpha\alpha}}{W_\alpha} + \frac{W_{\alpha\beta}}{W_\beta} - \frac{\partial \lg F}{\partial \alpha}, \\ \frac{\partial \omega}{\partial \beta} \cdot \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} &= \frac{W_{\alpha\beta}}{W_\alpha} + \frac{W_{\beta\beta}}{W_\beta} - \frac{\partial \lg F}{\partial \beta}, \end{aligned} \tag{31}$$

Gleichungen, die sich auf die Gleichungen (22) zurückführen lassen; also durch Addition bzw. Multiplikation:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} \cdot (W_\beta \omega_\alpha + W_\alpha \omega_\beta) W_\alpha W_\beta &= W_{\alpha\alpha} W_\beta^2 + 2 W_{\alpha\beta} W_\alpha W_\beta + W_{\beta\beta} W_\alpha^2 - \\ &\quad - W_\alpha W_\beta^2 \frac{\partial \lg F}{\partial \alpha} - W_\beta W_\alpha^2 \frac{\partial \lg F}{\partial \beta}, \\ \operatorname{tg}^2 \frac{\omega}{2} \cdot W_\alpha^2 W_\beta^2 \omega_\alpha \omega_\beta &= \left(W_{\alpha\alpha} W_\beta + W_{\alpha\beta} W_\alpha - W_\alpha W_\beta \frac{F_\alpha}{F} \right) \\ &\quad \cdot \left(W_{\alpha\beta} W_\beta + W_{\beta\beta} W_\alpha - W_\alpha W_\beta \frac{F_\beta}{F} \right). \end{aligned} \tag{32}$$

Es wird somit:

$$\begin{aligned} &\operatorname{tg} \frac{\omega}{2} \left[W_\alpha W_\beta \omega_\alpha \omega_\beta \operatorname{tg} \frac{\omega}{2} - W_{\alpha\beta} (\omega_\alpha W_\beta + \omega_\beta W_\alpha) \right] \\ &\quad = W_{\alpha\alpha} W_{\beta\beta} - W_{\alpha\beta}^2 + W_\alpha W_\beta \frac{F_\alpha F_\beta}{F^2} - W_{\alpha\alpha} W_\beta \frac{F_\beta}{F} - W_{\beta\beta} W_\alpha \frac{F_\alpha}{F}. \end{aligned} \tag{33}$$

Durch nochmaliges Differenzieren der Gleichungen (31) findet man ferner:

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial \alpha \partial \beta} W_\alpha^2 W_\beta^2 \cdot \operatorname{tg}\frac{\omega}{2} = -W_\alpha^2 W_\beta^2 \frac{\partial^2 \lg F}{\partial \alpha \partial \beta} - \frac{1}{2} \frac{\omega_\alpha \omega_\beta}{\operatorname{cosin}^2 \frac{\omega}{2}} W_\alpha^2 W_\beta^2$$

$$+ W_\alpha W_\beta (W_{\alpha\alpha\beta} W_\beta + W_{\beta\beta\alpha} W_\alpha) - W_{\alpha\beta}(W_\alpha^2 W_{\beta\beta} + W_\beta^2 W_{\alpha\alpha}).$$

Infolge dieser Relation nimmt die Gleichung (18) folgende Form an:

$$(34) \qquad -W_{\alpha\beta}(\omega_\alpha W_\beta + \omega_\beta W_\alpha) = -\sin\omega \frac{\partial^2 \lg F}{\partial \alpha \partial \beta} W_\alpha W_\beta - \operatorname{tg}\frac{\omega}{2} \cdot \omega_\alpha \omega_\beta W_\alpha W_\beta .$$

Multiplizieren wir beiderseits mit $\operatorname{tg}\frac{\omega}{2}$ und beachten, daß nach (19)

$$(35) \qquad \sin\omega \cdot \operatorname{tg}\frac{\omega}{2} = 1 - \operatorname{cosin}\omega = 2 - \frac{F}{W_\alpha W_\beta}$$

zu setzen ist, so ergibt sich unter Anwendung von (33):

$$(36) \qquad \begin{aligned} &W_{\alpha\alpha} W_{\beta\beta} - W_{\alpha\beta}^2 + W_\alpha W_\beta \frac{F_\alpha F_\beta}{F^2} - W_{\alpha\alpha} W_\beta \frac{F_\beta}{F} - W_{\beta\beta} W_\alpha \frac{F_\alpha}{F} \\ &= F \frac{\partial^2 \lg F}{\partial \alpha \partial \beta} - 2 W_\alpha W_\beta \frac{\partial^2 \lg F}{\partial \alpha \partial \beta} . \end{aligned}$$

Wie zu erwarten war, ist diese Gleichung für W identisch mit jener Differentialgleichung zweiter Ordnung, der die drei rechtwinkligen Koordinaten eines Flächenpunktes genügen müssen, wenn sie aus den Fundamentalgrößen E, F, G bestimmt werden sollen, wobei hier $E = 0$ und $G = 0$ zu nehmen ist. Man kann den Inhalt der unsere Fläche darstellenden Gleichungen (17) somit dahin aussprechen, daß sie lehren, aus einer bekannten Lösung der Gleichung (36), zwei weitere Lösungen durch Quadratur abzuleiten, so daß alle drei eine Fläche mit den Fundamentalgrößen $E = 0$, $G = 0$, $F =$ geg. Funktion darstellen.

Daß zwei derartige weitere Lösungen durch Quadraturen zu finden sind, war auch sonst bekannt.[1])

Wie wir die Gleichung (36) durch Elimination von ω aus (18) und (19) bzw. (30) fanden, so kann man durch eine Elimination von W eine Differentialgleichung zwischen ω und F aufstellen. Man hätte zu dem Zwecke die Größen $W_{\alpha\beta}$, $W_{\alpha\alpha}$, $W_{\beta\beta}$ aus den Gleichungen (28) und (31) zu berechnen und in (36) einzusetzen. Es scheint sich aber kein übersichtliches Resultat zu ergeben.

§ 4. Simultane Differentialgleichungen für die Koordinaten x, y, z.

Sind E, F, G gegeben, so genügen die Koordinaten x, y, z eines Punktes der Fläche bekanntlich einer Differentialgleichung 2. Ordnung, die man auf folgende Weise findet. Nach Gauß bestehen für die zweiten Differentialquotienten die Gleichungen:

[1]) Vgl. z. B. Bianchi, Differentialgeometrie, 2. Aufl. S. 203.

$$(EG-F^2)\frac{\partial^2 x}{\partial u^2} = A\cdot D + (Gx_u - Fx_v)\tfrac{1}{2}E_u + (Ex_v - Fx_u)(F_u - \tfrac{1}{2}E_v),$$

(36a) $$(EG-F^2)\frac{\partial^2 x}{\partial v^2} = AD'' + (Gx_u - Fx_v)(F_v - \tfrac{1}{2}G_u) + (Ex_v - Fx_u)\tfrac{1}{2}G_u,$$

$$(EG-F^2)\frac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v} = AD' + (Gx_u - Fx_v)\tfrac{1}{2}E_v + (Ex_v - Fx_u)\tfrac{1}{2}\cdot G_u,$$

wo A, B, C und $\varDelta$ dieselbe Bedeutung haben sollen, wie am Schluß von § 2.

Bildet man hieraus den Ausdruck $DD'' - D'^2$, so wird (wenn $\varDelta = EG - F^2$):

$$(DD'' - D'^2)\cdot A^2 = \left[\frac{\partial^2 x}{\partial u^2}\cdot\varDelta - \tfrac{1}{2}E_u(Gx_u - Fx_v) - (F_u - \tfrac{1}{2}E_v)(Ex_v - Fx_u)\right]$$
$$\cdot\left[\frac{\partial^2 x}{\partial v^2}\,\varDelta - \tfrac{1}{2}G_v(Ex_v - Fx_u) - (F_v - \tfrac{1}{2}G_u)(Gx_u - Fx_v)\right]$$
$$-\left[\frac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v}\,\varDelta - \tfrac{1}{2}E_v(Gx_u - Fx_v) - \tfrac{1}{2}G_u(Ex_v - Fx_u)\right]^2$$

und auf der linken Seite ist:

$$A^2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ x_u & y_u & z_u \\ x_v & y_v & z_v \end{vmatrix}^2 = \varDelta - Gx_u^2 - Ex_v^2 + 2Fx_u x_v.$$

Da nun nach der Gaußschen Formel $D\cdot D'' - D'^2$ auf E, F, G zurückgeführt werden kann, so ist damit die gesuchte Differentialgleichung gewonnen. Sie wird auch von y und z befriedigt.

Ersetzt man in (36a) x durch y, so ist auf den rechten Seiten A durch B zu ersetzen.

Die drei Gleichungen (36a) entstehen aus den Identitäten

$$\begin{array}{lll} S x_u x_{uu} = \tfrac{1}{2}E_u, & S x_u x_{uv} = \tfrac{1}{2}E_v, & S x_u x_{vv} = F_v - \tfrac{1}{2}G_u, \\ S x_v x_{uu} = F_u - \tfrac{1}{2}E_v, & S x_v x_{uv} = \tfrac{1}{2}G_u, & S x_v x_{vv} = \tfrac{1}{2}G_v, \\ S A x_{uu} = D, & S A x_{uv} = D', & S A x_{vv} = D'', \end{array}$$

und erscheinen daher zunächst in der Form:

(36c) $$\varDelta x_{uu} = \begin{vmatrix} \tfrac{1}{2}E_u & y_u z_v \\ F_u - \tfrac{1}{2}E_v & y_v z_v \\ D & B\,C \end{vmatrix} = AD - \varDelta_{x1},$$

$$\varDelta x_{vv} = AD'' - \varDelta_{x3}, \qquad \varDelta x_{uv} = AD' - \varDelta_{x2},$$

wo:

(36d) $$\varDelta_{x1} = \begin{vmatrix} \tfrac{1}{2}E_u & E & F \\ F_u - \tfrac{1}{2}E_v & F & G \\ 0 & x_u & x_v \end{vmatrix}, \qquad \varDelta_{x3} = \begin{vmatrix} F_v - \tfrac{1}{2}G_u & E & F \\ \tfrac{1}{2}G_v & F & G \\ 0 & x_u & x_v \end{vmatrix},$$

$$\varDelta_{x2} = \begin{vmatrix} \tfrac{1}{2}E_v & E & F \\ \tfrac{1}{2}G_u & F & G \\ 0 & x_u & x \end{vmatrix}.$$

Ebenso ist:

(36e)
$$\Delta y_{uu} = BD - \Delta_{y1}, \qquad \Delta y_{uv} = BD' - \Delta_{y2}, \qquad \Delta y_{vv} = BD'' - \Delta_{y3}.$$

Aus den beiden Gleichungssystemen (36c) und (36d) erhalten wir:

(36f)
$$(\Delta x_{uu} + \Delta_{x1})(\Delta y_{vv} + \Delta_{y3}) + (\Delta x_{vv} + \Delta_{x3})(\Delta y_{uu} + \Delta_{y1}) - 2(\Delta x_{uv} + \Delta_{x2})(\Delta y_{uv} + \Delta_{y2}) = 2AB(DD'' - D'^2),$$

und hier ist

$$AB = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ x_u & y_u & z_u \\ x_v & y_v & z_v \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ x_u & y_u & z_u \\ x_v & y_v & z_v \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & y_u & y_v \\ x_u & E & F \\ x_v & F & G \end{vmatrix}$$
$$= (y_u x_v + y_v x_u) F - y_u x_u G - y_v x_v E,$$

während wir für x allein hatten[1]):

(36g)
$$(\Delta x_{uu} + \Delta_{x1})(\Delta x_{vv} + \Delta_{x3}) - (\Delta x_{uv} - \Delta_{x2})^2 = (DD'' - D'^2)(\Delta - Gx_u^2 - Ex_u^2 + 2Fx_u x_v).$$

Wir schreiben die Gleichungen (36g) und (36f) in der Form:

$$\{x, x\} = \Delta(DD'' - D'^2), \qquad \{x, y\} = 0.$$

Da auch y der Gleichung

$$\{y, y\} = \Delta(DD'' - D'^2)$$

genügt, so ist offenbar:

$$\{ax + by,\ ax + by\} = a^2\{x, x\} + ab\{x, y\} + b^2\{y, y\},$$
$$= (a^2 + b^2) \cdot (DD'' - D'^2)\Delta.$$

Die Koordinaten x, y, z genügen also als Funktionen beliebiger Parameter u, v den Gleichungen:

(36h)
$$\{x, x\} = \{y, y\} = \{z, z\} = (DD'' - D'^2) \cdot \Delta$$
$$\{x, y\} = 0, \quad \{y, z\} = 0, \quad \{z, x\} = 0$$

und hierin ist:

(36i)
$$\{x, x\} = (\Delta x_{uu} + \Delta_{x1})(\Delta x_{vv} + \Delta_{x3}) - (\Delta x_{uv} - \Delta_{x2})^2 + (DD'' - D'^2)(Ex_v^2 + Gx_u^2 - 2Fx_u x_v)$$
$$\{x, y\} = (\Delta x_{uu} + \Delta_{x1})(\Delta y_{vv} + \Delta_{y3}) + (\Delta y_{uu} + \Delta_{y1})(\Delta x_{vv} + \Delta_{x3}) - 2(\Delta x_{uv} + \Delta_{x2})(\Delta y_{uv} + \Delta_{y2}) + (DD'' - D'^2)[x_u y_u G + x_v y_v E - F(x_u y_v + x_v y_u)],$$

worin der Ausdruck $DD'' - D'^2$ nach der bekannten Gauß'schen Formel einzusetzen ist.

---

[1]) Darboux erwähnt (Leçons, t. 3, p. 253), daß er diese Gleichung in seinen 1872 erschienenen Mémoires sur une classe remarquable de courbes et de surfaces algébriques aufgestellt habe. Die elementare Ableitung des Textes ist nach Enneper's Vorlesung aus dem Winter 1871/2 gegeben; Enneper schrieb die Gleichung Bour zu, doch scheint sich das nur auf den besondern Fall $E = 0$, $G = 0$ zu beziehen.

Die lineare Kombination $ax + by + cz$ genügt infolge dessen der Gleichung:

(36 k) $$\{ax + by + cz,\ ax + by + cz\} = (a^2 + b^2 + c^2)\,(DD'' - D'^2)\,\Delta.$$

Denken wir uns die Parameter α, β der Minimalkurven eingeführt, so wird:

$$\begin{aligned}
\{x, x\} &= F^2\,[(Fx_{uu} - F_u x_u)\,(Fx_{vv} - F_v x_v) - F^2 x_{uv}^2 + 2\,(FF_{uv} - F_u F_v)\,x_u x_v] \\
&= F^2\,[F^2\,(x_{uu} x_{vv} - x_{uv}^2) - FF_u x_{vv} x_u - FF_v x_{uu} x_v + F_u F_v x_u x_v - 2\,FF_{uv} x_u x_v] \\
\{x, y\} &= F^2\,[F^2\,(x_{uu} y_{vv} + x_{vv} y_u - 2\,x_{uv} y_{uv}) - FF_u\,(x_{vv} y_u + y_{vv} x_u) \\
&\quad - FF_v\,(x_{uu} y_v + x_{vv} y_u) + (x_u y_v + x_v y_u)\,(2\,F_{uv} F + F_u F_v)],
\end{aligned}$$

wo nun u und v durch α und β zu ersetzen sind. Die erste Gleichung (36 h) wird dann:

$$\begin{aligned}
F\left(\frac{\partial^2 x}{\partial \alpha^2}\frac{\partial^2 x}{\partial \beta^2} - \left(\frac{\partial^2 x}{\partial \alpha \partial \beta}\right)^2\right) - F\frac{\partial F}{\partial \beta}\frac{\partial x^2}{\partial \alpha^2}\frac{\partial x}{\partial \beta} - F\frac{\partial F}{\partial \alpha}\frac{\partial^2 x}{\partial \beta^2}\frac{\partial x}{\partial \alpha} \\
+ \frac{\partial F}{\partial \alpha}\frac{\partial F}{\partial \beta}\frac{\partial x}{\partial \alpha}\frac{\partial x}{\partial \beta} + 2\,F\frac{\partial^2 F}{\partial \alpha \partial \beta}\frac{\partial x}{\partial \alpha}\frac{\partial x}{\partial \beta} \\
= F^2\frac{\partial^2 F}{\partial \alpha \partial \beta} - F\frac{\partial F}{\partial \alpha}\frac{\partial F}{\partial \beta}.
\end{aligned}$$

und damit identisch mit der Gleichung (18) für W. Ist also W eine Lösung der Gleichung (18), so genügen die beiden durch (17) definierten Funktionen x und y den Gleichungen:

(37) $$\{x, x\} = \{y, y\} = F^3\,(FF_{\alpha\beta} - F_\alpha F_\beta),\ \{x, y\} = 0.$$

Ebenso sind die Gleichungen erfüllt:

(37 a) $$\{x, z\} = F^3\,(FF_{\alpha\beta} - F_\alpha F_\beta),\quad \{y, z\} = 0;\quad \{x, y\} = 0.$$

§ 5. **Die Rotationsflächen.**

Insbesondere sei eine Rotationsfläche durch die Gleichungen

(38) $$x = r \cdot \text{cosin}\,\varphi,\quad y = r \cdot \sin\varphi,\quad z = f(r)$$

gegeben: dann wird

(38 a) $$ds^2 = (1 + f'(r)^2)\,dr^2 + r^2 d\varphi^2 = 4\,r^2\,d\alpha\,d\beta,$$

wenn α, β die Parameter der Minimalkurven bedeuten:

$$2\,d\alpha = d\varphi + i\sqrt{1 + f'^2}\,\frac{dr}{r},$$

$$2\,d\beta = d\varphi - i\sqrt{1 + f'^2}\,\frac{dr}{r},$$

$$d\varphi = d\alpha + d\beta,\quad d\alpha - d\beta = i\sqrt{1 + f'^2}\,\frac{dr}{r}.$$

Es hängt also r allein von $\alpha-\beta$ ab, und φ kann gleich $\alpha+\beta$ gesetzt werden, so daß:

(38b) $\quad x=\text{cosin}(\alpha+\beta)\cdot F_1(\alpha-\beta), \quad y=\sin(\alpha+\beta)\cdot F_1(\alpha-\beta), \quad z=\Phi(\alpha-\beta)$,

und, wenn wir die vollständigen Differentiale einführen:

$$
\begin{aligned}
x &= \int[\{\text{cosin}(\alpha+\beta)F_1'(\alpha-\beta)-\sin(\alpha+\beta)F_1(\alpha-\beta)\}\,d\alpha \\
&\quad -\{\text{cosin}(\alpha+\beta)F_1'(\alpha-\beta)+\sin(\alpha+\beta)F_1(\alpha-\beta)\}\,d\beta], \\
y &= \int[\{\sin(\alpha+\beta)F_1'(\alpha-\beta)+\text{cosin}(\alpha+\beta)F_1(\alpha-\beta)\}\,d\alpha \\
&\quad -\{\sin(\alpha+\beta)F_1'(\alpha-\beta)-\text{cosin}(\alpha+\beta)F_1(\alpha-\beta)\}\,d\beta], \\
z &= \int[\Phi'(\alpha-\beta)\,d\alpha-\Phi'(\alpha-\beta)\,d\beta]=\Phi(\alpha-\beta).
\end{aligned}
\tag{39}
$$

Dabei ist:

$$F_1^2+F_1'^2+\Phi'^2=0.\text{[1]} \tag{39a}$$

Diese Gleichungen sind auf die Form (17) zu bringen. Hier ist $W=\Phi(\alpha-\beta)$ gegeben; es ist also:

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial W}{\partial\alpha} &= -\frac{\partial W}{\partial\beta}, & \frac{\partial^2 W}{\partial\alpha^2} &= \frac{\partial^2 W}{\partial\beta^2}=-\frac{\partial^2 W}{\partial\alpha\,\partial\beta}, & \frac{\partial^3 W}{\partial\alpha^2\partial\beta} &= -\frac{\partial^3 W}{\partial\alpha\,\partial\beta^2} \\
&= \Phi'(\alpha-\beta) & &= \Phi''(\alpha-\beta) & &= -\Phi'''(\alpha-\beta),
\end{aligned}
\tag{39b}
$$

und die Gleichung (18) wird:

$$
\begin{aligned}
&-2\sin\omega\cdot[\Phi'''(\alpha-\beta)\cdot\Phi'(\alpha-\beta)-\Phi''(\alpha-\beta)^2]-\Phi''(\alpha-\beta)\,\Phi'(\alpha-\beta)\left(\frac{\partial\omega}{\partial\beta}-\frac{\partial\omega}{\partial\alpha}\right) \\
&\qquad = 2\sin^2\frac{\omega}{2}\,\frac{\partial^2\omega}{\partial\alpha\,\partial\beta}\,\Phi'(\alpha-\beta)^2.
\end{aligned}
\tag{40}
$$

Zur Bestimmung der Funktionen λ und μ dienen die Gleichungen:

$$
\begin{aligned}
U\,\text{cosin}\,\lambda &= \text{cosin}\,u\cdot F_1'(v)-\sin u\cdot F_1(v), & V\,\text{cosin}\,\mu &= \text{cosin}\,u\cdot F_1'(v)+\sin u\,F_1(v), \\
U\sin\lambda &= \sin u\cdot F_1'(v)+\text{cosin}\,u\cdot F_1(v), & V\sin\mu &= \sin u\cdot F_1'(v)-\text{cosin}\,u\,F_1(v),
\end{aligned}
$$

wenn

$$u=\alpha+\beta, \qquad v=\alpha-\beta \tag{41}$$

gesetzt wird. Hieraus ergibt sich:

$$
\begin{aligned}
\text{tg}\,\lambda &= \frac{F_1+F_1'\,\text{tg}\,u}{-F_1\,\text{tg}\,u+F_1'}, \qquad \text{tg}\,\mu = \frac{-F_1+F_1'\,\text{tg}\,u}{F_1'+F_1\,\text{tg}\,u}, \\
\sin\lambda &= \frac{F_1+F_1'\,\text{tg}\,u}{\sqrt{F_1^2+F_1'^2}\sqrt{1+\text{tg}^2 u}}=\text{cosin}\,(w-u), \\
\cos\lambda &= \frac{-F_1\,\text{tg}\,u+F_1'}{\sqrt{F_1^2+F_1'^2}\sqrt{1+\text{tg}^2 u}}=\sin\,(w-u), \\
\sin\mu &= \text{cosin}\,(w+u), \qquad \text{cosin}\,\mu=\sin\,(w+u),
\end{aligned}
\tag{42}
$$

[1] Ist umgekehrt Φ gegeben und soll F bestimmt werden, so ist dies eine vielfach behandelte Differentialgleichung; vergl. Darboux, Théorie générale des surfaces, t. 4, Note VI.

wobei

$$\text{(43)} \qquad \cos w = \frac{F_1}{\sqrt{F_1^2 + F_1'^2}}, \qquad \sin w = \frac{F_1'}{\sqrt{F_1^2 + F_1'^2}}$$

gesetzt ist, w also eine gegebene Funktion von $v = \alpha - \beta$ bezeichnet.

Die Gleichungen (17) werden für eine Rotationsfläche:

$$\text{(44)} \qquad \begin{aligned} x &= i \int [\Phi'(\alpha-\beta) \cdot \sin(u-w)\, d\alpha + \Phi'(\alpha-\beta) \sin(w+u)\, d\beta] \\ &= \int [(F_1' \cdot \cos u - F_1 \cdot \sin u)\, d\alpha - (F_1' \cos u + F_1 \sin u)\, d\beta], \\ y &= i \int [\Phi'(\alpha-\beta) \cdot \cos(u-w)\, d\alpha + \Phi'(\alpha-\beta) \cos(w+u)\, d\beta] \\ &= \int [(F_1 \cdot \cos u + F_1' \sin u)\, d\alpha + (F_1 \cos u - F_1' \sin u)\, d\beta], \\ z &= \Phi(\alpha-\beta), \end{aligned}$$

wo die Funktion w durch (43) definiert und die Funktion $F_1(\alpha-\beta)$ mit $\Phi(\alpha-\beta)$ durch die Relation (39a) verbunden ist. Die durch (11) definierte Funktion ω berechnet sich aus (42), nämlich:

$$\text{(45)} \qquad \begin{aligned} \cos\omega = \cos(\lambda-\mu) &= \sin(u-w)\sin(u+w) + \cos(u-w)\cos(u+w) \\ &= \cos 2w, \qquad \text{also } \omega = 2w, \end{aligned}$$

ist also Funktion allein von $\alpha-\beta$. Dieser Wert von ω gibt eine Lösung der Differentialgleichung (40), und zwar wird

$$\text{(46)} \qquad \operatorname{tg}\omega = \frac{2F_1 \cdot F_1'}{F_1^2 - F_1'^2}, \qquad \operatorname{tg}\frac{\omega}{2} = \frac{F_1'}{F_1}.$$

Aus (43), (45) und (15a) folgt:

$$\text{(47)} \qquad \frac{\partial\lambda}{\partial\beta} = \frac{F_1'^2 - F_1 F_1''}{F_1^2 + F_1'^2} = \operatorname{cotg}\frac{\omega}{2} \cdot \frac{\partial}{\partial\beta}\left(\lg\frac{\partial W}{\partial\alpha}\right), \qquad \frac{\partial\lambda}{\partial\alpha} = -\frac{F_1 F_1'' - F_1'^2}{F_1^2 + F_1'^2},$$

und es ist nach (39a) und (46):

$$\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\lg\frac{\partial W}{\partial\alpha}\right) = \frac{\partial \lg \Phi'(\alpha-\beta)}{\partial\beta} = -\frac{\Phi''}{\Phi'} = \frac{F_1 F_1' + F_1' F_1''}{F_1^2 + F_1'^2}.$$

so daß die Gleichung (47) in der Tat mit (15a) übereinstimmt.

Die Fundamentalgrößen werden:

$$\text{(48)} \qquad \begin{aligned} F &= 2\cos^2\frac{\omega}{2} \cdot W_\alpha \cdot W_\beta = 2F_1^2 \\ D &= D'' = 2F_1^2 \cdot \Phi' \cdot \frac{F_1 F_1'' - 2F_1'^2 - F_1^2}{F_1^2 + F_1'^2} \\ D' &= F \cdot W_\alpha \cdot \lambda_\beta = -2\Phi' \cdot F_1^2 \cdot \frac{F_1'^2 + F_1 F_1''}{F_1^2 + F_1'^2}. \end{aligned}$$

Die Differentialgleichung der Krümmungslinien wird daher:

$$d\alpha^2 - d\beta^2 = 0 \quad \text{oder} \quad d\alpha + d\beta = 0 \quad \text{und} \quad d\alpha - d\beta = 0,$$

wie es sein muß. Diejenige der Haupttangentenkurven wird:

$$(F_1 F_1'' - 2 F_1'^2 - F_1^2)(d\alpha^2 + d\beta^2) + 2(F_1^2 + F_1 F_1'')\, d\alpha\, d\beta = 0,$$

oder wenn wieder $u = \alpha + \beta$, $v = \alpha - \beta$ gesetzt wird:

$$F_1 F_1'' du^2 - F_1^2 dv^2 - F_1'^2 (du^2 + dv^2) = 0,$$

also durch Quadratur:

$$u = \int \sqrt{\frac{F_1^2 + F_1'^2}{F_1 F_1'' - F_1'^2}}\, dv. \tag{49}$$

Handelt es sich z. B. um eine Kugel von Radius 1, so ist in (38)

$$f(r) = \sqrt{1 - r^2}$$

zu nehmen, und es wird:

$$\alpha - \beta = \frac{i}{2} \lg \frac{1 - \sqrt{1 - r^2}}{1 + \sqrt{1 - r^2}}, \quad r = F_1(\alpha - \beta) = \frac{1}{\operatorname{cosin}(\alpha - \beta)}, \quad \Phi(\alpha - \beta) = i \operatorname{tg}(\alpha - \beta)$$

und aus (43):

$$\operatorname{cosin} w = \operatorname{cosin}(\alpha - \beta), \qquad \sin w = \sin(\alpha - \beta), \qquad w = \alpha - \beta$$

und also aus (44):

$$\begin{aligned} x &= -\int \left[\frac{\sin 2\beta}{\operatorname{cosin}^2(\alpha - \beta)} d\alpha + \frac{\sin 2\alpha}{\operatorname{cosin}^2(\alpha - \beta)} d\beta \right] = \frac{\operatorname{cosin}(\alpha + \beta)}{\operatorname{cosin}(\alpha - \beta)}, \\ y &= -\int \left[\frac{\operatorname{cosin} 2\beta}{\operatorname{cosin}^2(\alpha - \beta)} d\alpha + \frac{\operatorname{cosin} 2\alpha}{\operatorname{cosin}^2(\alpha - \beta)} d\beta \right] = -\frac{\sin(\alpha + \beta)}{\operatorname{cosin}(\alpha - \beta)}, \\ z &= i \int \left[\frac{d\alpha}{\operatorname{cosin}^2(\alpha - \beta)} - \frac{d\beta}{\operatorname{cosin}^2(\alpha - \beta)} \right] = i \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\operatorname{cosin}(\alpha - \beta)}. \end{aligned} \tag{50}$$

Setzt man hierin

$$p = \operatorname{tg} \alpha, \qquad q = \operatorname{tg} \beta,$$

so erhält man die übliche Darstellung der Kugel durch ihre Minimalgeraden in der Form:

$$x = \frac{1 + pq}{1 - pq}, \qquad y = -\frac{p + q}{1 - pq}, \qquad z = i \frac{p - q}{1 - pq}. \tag{51}$$

Im Beispiele der Kugel ist also:

$$\begin{aligned} W &= i \operatorname{tg}(\alpha - \beta), \quad \lambda = \left(\frac{\pi}{2} - 2\beta\right), \quad \mu = \frac{\pi}{2} - 2\alpha, \quad \omega = 2\alpha - 2\beta, \\ F &= \frac{2}{\operatorname{cosin}^2(\alpha - \beta)} = 2 F_1^2, \qquad F_1 = \frac{1}{\operatorname{cosin}(\alpha - \beta)}. \end{aligned} \tag{52}$$

§ 6. Verbiegung von Rotationsflächen auf Rotationsflächen.

Da nach (48) die Fundamentalgröße F sich auf die Funktion $F_1(\alpha - \beta)$ reduziert, so sind alle Rotationsflächen auf einander abwickelbar, bei denen F_1 denselben Wert hat; dieselben können sich dann nur durch die Funktion Φ unterscheiden, wobei nach (39)

$$\Phi' = i \sqrt{F_1^2 + F_1'^2}.$$

Um aber alle Funktionen Φ zu finden, die auf dieselbe Fundamentalgröße F führen, müssen wir auf die Differentialgleichung (36) zurückgehen:

$$\Phi'^2 \left(\frac{F'}{F}\right)^2 - 2\,\Phi'' \cdot \Phi' \cdot \frac{F'}{F} = (F + 2\,\Phi'^2)\left(\frac{F'^2}{F^2} - \frac{F''}{F}\right)$$

oder:

$$\frac{d\,\Phi'^2}{dv} \cdot \frac{F'}{F} + \Phi'^2 \left(\frac{F'^2}{F^2} - 2\,\frac{F''}{F}\right) = -F\left(\frac{F'^2}{F^2} - \frac{F''}{F}\right),$$

eine linerare Differentialgleichung der Form

$$\frac{d\,\zeta}{d\,v} + V \cdot \zeta = V_1\,,$$

wo

$$V = \frac{F'}{F} - 2\,\frac{F''}{F'}, \qquad V_1 = -F\left(\frac{F'}{F} - \frac{F''}{F'}\right),$$

also:

$$\Phi'^2 = e^{-\int V dv}\,(C + \int e^{\int V dv} \cdot V_1 \cdot dv), \qquad v = \alpha - \beta\,,$$

$$(53) \qquad = \frac{F'^2}{F}\left[C - \int\left(\frac{F}{F'} - \frac{F'' \cdot F^2}{F'^3}\right) dv\right] = C\,\frac{F'^2}{F} - \frac{1}{2}\,F$$

und, wenn wieder $F = 2\,F_1^2$ genommen wird:

$$(53\text{a}) \qquad \Phi'^2 = 2\,F_1'^2 \cdot C - F_1^2\,,$$

so daß sich für $C = -\frac{1}{2}$ wieder die gegebene Rotationsfläche ergibt. Da F_1 als gegeben gedacht wird, so kann die gesuchte Rotationsfläche aus den Gleichungen (44) bestimmt werden.

Setzt man

$$(53\text{b}) \quad \alpha' = a\alpha, \quad \beta' = a\beta, \quad F_2(\alpha' - \beta') = a\,F_1(a\alpha' - a\beta'), \quad a \cdot \Phi_2(\alpha' - \beta') = \Phi(a\alpha' - a\beta')$$

so wird:

$$\frac{1}{a^2}\left(\frac{\partial\,\Phi}{\partial\,\alpha'}\right)^2 = \frac{2\,C}{a^4}\,F_2'^2 - \frac{1}{a^2}\,F_2^2\,;$$

man erhält also für $2\,C = -a^2$ die frühere Relation (53):

$$\Phi_2'^2 = -F_2'^2 - F_2^2$$

und die auf eine gegebene Rotationsfläche abwickelbaren Flächen werden:

$$x = \text{cosin}\,\frac{\alpha' + \beta'}{a} \cdot F_1(a\alpha' - a\beta'), \qquad y = \sin\,\frac{\alpha' + \beta'}{a} \cdot F_1(a\alpha' - a\beta')$$

$$(54) \qquad z = \Phi_2(\alpha' - \beta') = i\int\sqrt{F_2'^2 + F_2^2}\;d(\alpha' - \beta')$$

$$= i\int\sqrt{a^2 F_1'(a\alpha' - a\beta')^2 + \frac{1}{a^2}\,F_1(a\alpha' - a\beta')^2}\;d(\alpha' - \beta').$$

Diese Gleichungen enthalten eine willkürliche Konstante a, sind deshalb ebenso allgemein wie obige Gleichungen (53). Man kommt zu der Form (54) auch direkt durch folgende Überlegung.

Eine Fläche bleibt ungeändert, wenn man die Parameter α, β durch beliebige Funktionen A, B dieser Parameter ersetzt. Für eine auf die gegebene Fläche abwickelbare Rotationsfläche, bei der F_1 durch F_2 ersetzt wird, muß daher auch der Ansatz gelten:

$$ds^2 = 2F\,d\alpha\,d\beta = 4F_2^2\,d\alpha\,d\beta = 4A'B'F_1(A-B)^2\,d\alpha\,d\beta\,.$$

Hier soll links F_2 eine Funktion von $\alpha-\beta$ sein; es ist also

$$A = a\alpha\,, \qquad B = a\beta$$

zu setzen, wo a eine reelle Konstante bezeichnet, folglich:

$$F_2(\alpha-\beta) = a\,F_1(a\alpha - a\beta)\,,$$

wodurch wir zu den Gleichungen (54) zurückgekehrt sind.

Setzt man

$$u = \frac{1}{a}(\alpha' + \beta')\,, \qquad v = a(\alpha' - \beta')\,,$$

so ergeben sich hier die folgenden Beziehungen:

$$\operatorname{tg}\lambda_1 = \frac{F_1(v) + aF_1'(v)\cdot\operatorname{tg}u}{aF_1'(v) - F_1(v)\operatorname{tg}u}\,, \qquad \operatorname{cosin}\lambda_1 = \frac{aF_1'\cdot\operatorname{cosin}u - F_1\cdot\sin u}{\sqrt{a^2F_1'^2 + F_1^2}}\,,$$

$$\sin\lambda_1 = \frac{aF_1'\sin u + F_1\operatorname{cosin}u}{\sqrt{a^2F_1'^2 + F_1^2}}\,, \qquad \operatorname{tg}\omega_1 = \frac{-2aF_1F_1'}{a^2F_1'^2 - F_1^2}\,,$$

$$\operatorname{tg}\omega = a\frac{F_1'}{F_1}\,, \qquad \frac{\partial\lambda_1}{\partial\beta} = -\operatorname{cotg}\frac{\omega_1}{2}\cdot\frac{(W_1)_{\alpha\beta}}{(W_1)\alpha} = \frac{1}{a}\,\frac{a^2F_1F_1'' + F_1'^2}{a^2F_1'^2 + F_1^2}\,.$$

$$\operatorname{cosin}\mu_1 = -\frac{F_1\sin u + aF_1'\operatorname{cosin}u}{\sqrt{a^2F_1'^2 + F_1^2}}\,, \qquad \sin\mu_1 = \frac{F_1\operatorname{cosin}u - aF_1'\sin u}{\sqrt{a^2F_1'^2 + F_1^2}}\,,$$

$$\operatorname{cosin}\omega_1 = \frac{a^2F_1'^2 - F_1^2}{a^2F_1'^2 + F_1^2}\,, \qquad \sin\omega_1 = \frac{-2aF_1F_1'}{a^2F_1'^2 + F_1^2}\,.$$

Mit Hilfe dieser Werte ist die Parameterdarstellung der Fläche nach den Formeln (17) aufzustellen.

Die Rotationsflächen konstanten positiven Krümmungsmaßes sind auf die Kugel abwickelbar. Wählt man das Krümmungsmaß gleich Eins, so findet man sie also aus den Gleichungen (50) bzw. (52) in der Gestalt:

$$(55)\qquad \begin{aligned} x &= a\,\frac{\operatorname{cosin}\frac{\alpha+\beta}{a}}{\operatorname{cosin}a(\alpha-\beta)}\,, \qquad y = -a\,\frac{\sin\frac{\alpha+\beta}{a}}{\operatorname{cosin}a(\alpha-\beta)}\,,\\ z &= i\,a\int\sqrt{a^2 + (1-a^2)\operatorname{cosin}^2 av}\,\frac{dv}{\operatorname{cosin}^2 av}\,, \qquad v = \alpha-\beta\,. \end{aligned}$$

Führt man die Variabeln $u = \alpha + \beta$, $v = \alpha - \beta$ ein, so entstehen die bekannten Formeln.

Die Rotationsflächen konstanter negativer Krümmung erhält man ebenso aus den Gleichungen für die Rotationsfläche der Traktrix, nämlich:

$$x = r \operatorname{cosin} \varphi, \qquad y = r \sin \varphi, \qquad z = \lg \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\delta}{2}\right) - \sin \delta = f(r),$$

wo

$$r = \operatorname{cosin} \delta.$$

Es wird:

$$f'(r) = -\operatorname{tg} \delta, \quad r = \frac{1}{i(\alpha - \beta)}, \quad z = -\int \frac{\sqrt{1-r^2}}{r} dr = \int \sqrt{1+v^2} \frac{dv}{v^2}, \quad v = \alpha - \beta.$$

Die Rotationsfläche der Traktrix, bezogen auf die Minimalkurven, wird somit durch folgende Formeln dargestellt:

$$(56) \qquad x = \frac{\operatorname{cosin}(\alpha + \beta)}{i(\alpha - \beta)}, \quad y = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{i(\alpha - \beta)}, \quad z = \Phi(\alpha - \beta) = \int \sqrt{1+v^2} \frac{dv}{v^2},$$

ferner nach (42) und (45):

$$\operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = -\frac{1}{\alpha - \beta}, \qquad \operatorname{tg} \lambda = \frac{\alpha - \beta - \operatorname{tg}(\alpha + \beta)}{(\alpha - \beta)\operatorname{tg}(\alpha + \beta) + 1},$$

$$u - w = \alpha + \beta - \frac{\omega}{2} = \alpha + \beta + \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{\alpha - \beta}\right),$$

und somit:

$$(57) \qquad \begin{aligned} x &= i \int \frac{\sqrt{1+v^2}}{v^2} \left[\sin\left(u + \operatorname{arctg} \frac{1}{v}\right) d\alpha + \sin\left(u - \operatorname{artg} \frac{1}{v}\right) d\beta \right], \\ y &= i \int \frac{\sqrt{1+v^2}}{v^2} \left[\operatorname{cosin}\left(u + \operatorname{artg} \frac{1}{v}\right) d\alpha + \operatorname{cosin}\left(u - \operatorname{artg} \frac{1}{v}\right) d\beta \right], \\ z &= -\frac{\sqrt{1+v^2}}{v} + \lg\left(v + \sqrt{1+v^2}\right). \end{aligned}$$

§ 7. Einfluss einer Koordinatentransformation.

Bedeuten a_i, b_i, c_i die neun Koeffizienten einer orthogonalen Transformation, die also durch die Gleichungen

$$(58) \qquad x_1 = a_1 x + b_1 y + c_1 z, \qquad y_1 = a_2 x + b_2 y + c_2 z, \qquad z_1 = a_3 x + b_3 y + c_3 z$$

gegeben sei, so wird aus einer Fläche eine kongruente Fläche entstehen. Haben Ω, Λ, M, w für die neue Fläche dieselbe Bedeutung wie W, λ, μ, ω für die gegebene Fläche, so wird man versucht sein die folgenden Gleichungen anzusetzen:

$$
(59)\qquad
\begin{gathered}
x_1 = i\int\left[\cos\Lambda \frac{\partial\Omega}{\partial\alpha}\,d\alpha - \cos\mathrm{M}\frac{\partial\Omega}{\partial\beta}\,d\beta\right],\quad y_1 = i\int\left[\sin\Lambda\frac{\partial\Omega}{\partial\alpha}\,d\alpha - \sin\mathrm{M}\frac{\partial\Omega}{\partial\beta}\,d\beta\right],\\
z_1 = \int\left[\frac{\partial\Omega}{\partial\alpha}\,d\alpha + \frac{\partial\Omega}{\partial\beta}\,d\beta\right],
\end{gathered}
$$

wobei zwischen Ω, Λ, M, w dieselben Beziehungen bestehen sollten wie zwischen W, λ, μ, ω. Dieser Ansatz ist aber nicht zulässig. Infolge der Gleichungen (1) und (17) würde sich nämlich ergeben:

$$
(59\text{a})\qquad
\begin{aligned}
i\cos\Lambda\cdot\Omega_\alpha &= L_1\cdot W_\alpha, & -i\cos\mathrm{M}\cdot\Omega_\beta &= M_1\cdot W_\beta,\\
i\sin\Lambda\cdot\Omega_\alpha &= L_2\cdot W_\alpha, & -i\sin\mathrm{M}\cdot\Omega_\beta &= M_2\cdot W_\beta,\\
\Omega_\alpha &= L_3\cdot W_\alpha, & \Omega_\beta &= M_3\cdot W_\beta,
\end{aligned}
$$

wenn

$$
(60)\qquad L_k = i\,a_k\cos\lambda + i\,b_k\sin\lambda + c_k,\qquad M_k = -i\,a_k\cos\mu - i\,b_k\sin\mu + c_k
$$

$$
\text{für}\quad i = \sqrt{-1},\qquad k = 1, 2, 3
$$

gesetzt wird. Zwischen W, L_3 und M_3 müßten also die Gleichungen erfüllt werden:

$$
(61)\qquad \frac{\partial L_3 W_\alpha}{\partial\beta} = \frac{\partial M_3 W_\beta}{\partial\alpha},\quad \frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{L_1 W_\alpha}{\cos\Lambda}\right) = -\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{M_1 W_\alpha}{\cos\mathrm{M}}\right),\quad \frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{L_2 W_\alpha}{\sin\Lambda}\right) = -\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{M_2 W_\alpha}{\sin\mathrm{M}}\right).
$$

Infolge der obigen Gleichungen (15) und (15a) wird die erste dieser Relationen in der Tat zur Identität, und die beiden anderen lassen sich auf die erste mit Hilfe der sogleich für $\cos\Lambda$, $\sin\Lambda$, $\cos\mathrm{M}$, $\sin\mathrm{M}$ aufzustellenden Formeln reduzieren.

Auch sonst führt der Ansatz (59) zu Widersprüchen. Aus ihm würde sich nämlich ergeben:

$$
(62)\qquad
\begin{gathered}
\operatorname{tg}\Lambda = \frac{L_2}{L_1},\qquad \frac{1}{\cos^2\Lambda}\,\frac{\partial\Lambda}{\partial\beta} = \frac{i\,a_3\cos\lambda - i\,b_3\sin\lambda - c_3}{L_1^2}\cdot\frac{\partial\lambda}{\partial\beta},\\
\cos\Lambda = -i\,\frac{L_1}{L_3},\quad \sin\Lambda = -i\,\frac{L_2}{L_3},\quad \frac{\partial\Lambda}{\partial\beta} = \frac{c_3 - i\,a_3\cos\lambda + i\,b_3\sin\lambda}{L_3^2}\cdot\frac{\partial\lambda}{\partial\beta},
\end{gathered}
$$

entsprechend für M bei Vertauschung von i mit $-i$,

$$
(63)\qquad
\begin{aligned}
&[1+\cos(\Lambda-\mathrm{M})]\,\Omega_\alpha\Omega_\beta = (1+\cos w)\,\Omega_\alpha\Omega_\beta = (1+\cos\omega)\,W_\alpha W_\beta\\
&[1-\cos w]\,\Omega_\alpha\Omega_\beta = [2\,L_3 M_3 - (1+\cos\omega)]\,W_\alpha W_\beta,
\end{aligned}
$$

wobei die Relationen

$$
(64)\qquad
\begin{gathered}
L_1^2 + L_2^2 + L_3^2 = 0,\qquad M_1^2 + M_2^2 + M_3^2 = 0,\\
L_1 M_1 + L_2 M_2 + L_3 M_3 = 1 + \cos\omega = L_3 M_3\,(1+\cos w)
\end{gathered}
$$

zu berücksichtigen sind. Wir stellen diese Formeln zu späterem Gebrauche hier zusammen. Nun sollte nach (15a) sich ergeben:

$$
\frac{\partial\Lambda}{\partial\beta} = \operatorname{cotg}\frac{w}{2}\cdot\frac{\Omega_{\alpha\beta}}{\Omega_\alpha},
$$

oder:

$$(65)\quad \frac{c_3 - i a_3 \cos\lambda + i b_3 \sin\lambda}{L_3^2} = \sqrt{\frac{1+\cos\omega}{2 L_3 M_3 - 1 - \cos\omega}} \left[i \frac{b_3 \cos\lambda - a_3 \sin\lambda}{L_3} + \operatorname{tg}\frac{\omega}{2} \right];$$

und man überzeugt sich leicht an einem Beispiele, daß diese Gleichung im allgemeinen nicht erfüllt ist. Es gibt indessen Ausnahmen. Nimmt man z. B. $a_3 = b_1 = c_2 = 1$ und alle anderen Koeffizienten gleich Null, so werden beide Seiten der Gleichung (65) nach Multiplikation mit $\cos^2\lambda \cdot \cos\omega$ gleich $\sin\frac{\lambda+\mu}{2}$; ebenso nach Multiplikation mit $\sin^2\lambda \cdot \cos\omega$ gleich $\cos\frac{\lambda+\mu}{2}$, wenn man nur $a_2 = c_1 = a_3$ von Null verschieden und gleich 1 annimmt. Allgemeiner kann man $c_3 = 1$, $a_3 = 0$, $b_3 = 0$, $a_1 = b_2 = \cos\varphi$, $a_2 = -b_1 = \sin\varphi$, $c_1 = 0$, $c_2 = 0$ nehmen, ohne die Gleichung (65) zu stören. Dieser Fall entspricht der Drehung der Fläche um die Z-Achse, die man auch dadurch darstellt, daß man in (17) die aus (15) und (15a) zu bestimmenden Funktionen λ und μ um dieselbe additive reelle Konstante ändert.

Transformiert man die Relation (15a) mittelst der Formeln (59a), so erhält man die entsprechende Gleichung zwischen den Funktionen Λ, M, Ω, w $(= \Lambda - \mathsf{M})$. Aus den Gleichungen (62) findet man durch Auflösung:

$$\cos\lambda = \frac{a_1 \cos\Lambda + a_2 \sin\Lambda + i a_3}{c_1 \cos\Lambda + c_2 \sin\Lambda + i c_3}, \quad \sin\lambda = \frac{b_1 \cos\Lambda + b_2 \sin\Lambda + i b_3}{c_1 \cos\Lambda + c_2 \sin\Lambda + i c_3},$$

also:

$$L_3 = c_3 \left[(1+i)(c_1 \cos\Lambda + c_2 \sin\Lambda) + (1-i) c_3 \right],$$
$$M_3 = c_3 \left[(1-i)(c_1 \cos\mathsf{M} + c_2 \sin\mathsf{M}) + (1+i) c_3 \right].$$

Diese Werte hätte man in die folgende Gleichung einzusetzen:

$$\frac{L_3^2}{c_3 - i a_3 \cos\lambda + i b_3 \sin\lambda} \cdot \frac{\partial\Omega}{\partial\beta} = \sqrt{\frac{(1+\cos w) L_3 M_3}{2 - L_3 M_3 (1+\cos w)}} \left[\frac{\Omega_{\alpha\beta}}{\Omega_\alpha} + \frac{i a_3 \cos\lambda - i b_3 \sin\lambda}{L_3^2} \frac{\partial\lambda}{\partial\beta} \right].$$

Es geht hieraus hervor, daß die Gleichungen (15) und (15a) in bezug auf orthogonale Transformationen keinen invarianten Charakter haben.

§ 8. Aufstellung unendlich vieler Biegungsflächen einer gegebenen Fläche.

Ist eine Fläche gegeben, so stellen wir die Koordinaten ihrer Punkte zunächst in Form der Gleichungen (17) dar, was nach Integration der Differentialgleichung ihrer Minimalkurven stets möglich ist. Nach § 4 haben wir dadurch drei Lösungen der partiellen Gleichung (36) gewonnen. Aus der dritten Lösung $(z = W)$ werden die beiden anderen mittelst der Formeln (15) und (15a) gewonnen. Wenden wir aber diese Formeln auf eine lineare Kombination der drei Lösungen an, wie sie in § 7 vorlag, d. h. gehen wir von einer Lösung

$$W_1 = \int \left[(i a \cos\lambda + i b \sin\lambda + c) W_\alpha d\alpha - (i a \cos\mu + i b \sin\mu - c) W_\beta d\beta \right]$$

aus, wo zwischen den Konstanten a, b, c die Relation

$$a^2 + b^2 + c^2 = 1 \tag{66}$$

erfüllt sei, und bestimmen wir eine Funktion ω_1 durch die Gleichungen

$$(1 + \cos \omega_1) \frac{\partial W_1}{\partial a} \frac{\partial W_1}{a \beta} = (1 + \cos \omega) \frac{\partial W}{\partial a} \frac{\partial W}{\partial \beta},$$

ferner die Funktionen λ_1, μ_1 durch die Gleichungen (15) und (15a), d. h.

$$\omega_1 = \lambda_1 - \mu_1$$

$$\frac{\partial \lambda_1}{\partial \beta} \frac{\partial W_1}{\partial a} = \operatorname{cotg} \frac{\omega_1}{2} \cdot \frac{\partial^2 W_1}{\partial a \partial \beta}, \qquad \frac{\partial \mu_1}{\partial a} \frac{\partial W_1}{\partial \beta} = -\operatorname{cotg} \frac{\omega_1}{2} \cdot \frac{\partial^2 W_1}{\partial a \partial \beta},$$

und setzen dann

$$\begin{aligned} x_1 &= i \int \left[\cos \lambda_1 \cdot \frac{\partial W_1}{\partial a} \, da - \cos \mu_1 \frac{\partial W_1}{\partial \beta} \, d\beta \right], \\ y_1 &= i \int \left[\sin \lambda_1 \cdot \frac{\partial W_1}{\partial a} \, da - \sin \mu_1 \, i \frac{\partial W_1}{\partial \beta} \, d\beta \right], \\ z_1 &= \int \left[\frac{\partial W_1}{\partial a} \, da + \frac{\partial W_1}{\partial \beta} \, d\beta \right] = W_1, \end{aligned} \tag{67}$$

so genügen diese drei Funktionen nach § 4 den Differentialgleichungen:

$$\begin{aligned} \{x_1, x_1\} &= \{y_1, y_1\} = \{z_1, z_1\} = F^3 \left(F \frac{\partial^2 F}{\partial a \partial \beta} - \frac{\partial F}{\partial a} \frac{\partial F}{\partial \beta} \right) \\ \{x_1, y_1\} &= 0, \qquad \{y_1, z_1\} = 0, \qquad \{z_1, x_1\} = 0 \end{aligned} \tag{68}$$

und es ist identisch:

$$\left(\frac{\partial x_1}{\partial a}\right)^2 + \left(\frac{\partial y_1}{\partial a}\right)^2 + \left(\frac{\partial z_1}{\partial a}\right)^2 = 0, \qquad \left(\frac{\partial x_1}{\partial \beta}\right)^2 + \left(\frac{\partial y_1}{\partial \beta}\right)^2 + \left(\frac{\partial z_1}{\partial \beta}\right)^2 = 0$$

$$\frac{\partial x_1}{\partial a} \frac{\partial x_1}{\partial \beta} + \frac{\partial y_1}{\partial a} \frac{\partial y_1}{\partial \beta} + \frac{\partial z_1}{\partial a} \frac{\partial z_1}{\partial \beta} = F.$$

Die Größen x_1, y_1, z_1 sind also die Koordinaten eines Punktes einer Fläche, für welche a, β die Parameter der Minimalkurven sind und die auf die gegebene Fläche abwickelbar ist. Die neue Fläche hängt von den drei Konstanten a, b, c ab, zwischen denen die Relation (66) besteht, und nach den Untersuchungen in § 7 kann sie nur in ganz besonderen Fällen mit der gegebenen Fläche kongruent sein.

Auf diese neue Fläche kann dasselbe Verfahren nochmals angewandt werden, und so kann man aus jeder Fläche unendlich viele andere Flächen ableiten, die alle auf einander abwickelbar sind, und bei jedem Schritte werden zwei neue willkürliche Konstante eingeführt.

Für das Beispiel der Kugel haben wir

$$\begin{aligned} W_1 &= \frac{1}{\cos (a - \beta)} [a \cos (a + \beta) + b \sin (a + \beta) + i c \sin (a - \beta)] \\ &= \frac{1}{\cos (a - \beta)} [\varrho \cos (a + \beta - \delta) + i c \sin (a - \beta)], \end{aligned}$$

wenn

$$a = \varrho \operatorname{cosin} \delta, \quad b = \varrho \sin \delta, \quad c^2 + \varrho^2 = 1.$$

Sei ferner wieder $u = a + \beta$, $v = a - \beta$, und nach (32), $\lambda = \frac{\pi}{2} - 2\beta$, $\mu = \frac{\pi}{2} - 2a$, so wird:

$$\frac{\partial W_1}{\partial a} = \frac{-\varrho \sin(2\beta - \delta) + ic}{\operatorname{cosin}^2 v}, \qquad \frac{\partial W_1}{\partial \beta} = \frac{-\varrho \sin(2a - \delta) - ic}{\operatorname{cosin}^2 v},$$

$$\frac{\partial \lg \frac{\partial W_1}{\partial a}}{\partial \beta} = 2 \frac{\varrho \operatorname{cosin}(u - \delta) + ic \sin v}{\operatorname{cosin} v \cdot [\varrho \sin(2\beta - \delta) - ic]},$$

$$\operatorname{cosin}^2 \frac{\omega_1}{2} = \frac{\operatorname{cosin}^2 v}{[\varrho \sin(2\beta - \delta) - ic][\varrho \sin(2a - \delta) + ic]},$$

$$\sin^2 \frac{\omega_1}{2} = \frac{\varrho^2 \operatorname{cosin}(2a-\delta)\operatorname{cosin}(2\beta-\delta) + c^2 + i\varrho c[\operatorname{cosin}(2a-\delta) - \operatorname{cosin}(2\beta-\delta)] - \operatorname{cosin}^2 v}{[\varrho \sin(2\beta - \delta) - ic][\varrho \sin(2a - \delta) + ic]},$$

$$\frac{\partial \lambda_1}{\partial \beta} = \frac{\varrho \sin(u - \delta) + ic \sin v}{\varrho \sin(2\beta - \delta) - ic} \cdot \frac{-2}{\sqrt{R}}, \tag{69}$$

wo

$$R = (\varrho \sin(2\beta - \delta) - ic)(\varrho \sin(2a - \delta) + ic) - \operatorname{cosin}^2 v,$$

entsprechend für μ_1. Ist insbesondere $\varrho = 0$, $\delta = 0$, $c = 1$, so wird:

$$W_1 = i \operatorname{tg}(a - \beta), \qquad \frac{\partial \lambda_1}{\partial \beta} = -2 = -\frac{\partial \mu_1}{\partial a},$$

und man findet

$$x_1 = \frac{\operatorname{cosin}(a + \beta)}{\operatorname{cosin}(a - \beta)}, \qquad y_1 = \frac{\sin(a + \beta)}{\operatorname{cosin}(a - \beta)}, \qquad z_1 = i \operatorname{tg}(a - \beta);$$

in diesem besonderen Falle führt das Verfahren also zur Kugel zurück. Ist dagegen $c = 0$ und $\varrho = 1$, so wird

$$R = \operatorname{cosin}(2\beta - \delta)\operatorname{cosin}(2a - \delta) - \operatorname{cosin}^2 v = \tfrac{1}{2}[\operatorname{cosin}(2u - 2\delta) + \operatorname{cosin}(2v) - 1 - \operatorname{cosin}(2v)]$$
$$= -\sin^2(u - \delta),$$

also

$$\frac{\partial \lambda_1}{\partial \beta} = \frac{2i}{\operatorname{cosin}(2\beta - \delta)}, \qquad \lambda_1 = -i \lg \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} - \beta + \frac{1}{2}\delta\right).$$

Nun ist

$$\operatorname{cosin} \lambda_1 = \operatorname{cosin}(i \lg \operatorname{tg} \vartheta) = \frac{1}{2}(e^{\lg \operatorname{tg} \vartheta} + e^{-\lg \operatorname{tg} \vartheta}) = \frac{1}{\sin(2\vartheta)},$$

$$\sin \lambda_1 = \sin(i \lg \operatorname{tg} \vartheta) = \frac{i}{2}(e^{\lg \operatorname{tg} \vartheta} - e^{-\lg \operatorname{tg} \vartheta}) = -i \operatorname{cotg}(2\vartheta).$$

Es kann unbeschadet der Allgemeinheit $\delta = 0$ genommen werden; dann findet man aus (17):

$$x_1 = i \operatorname{tg}(\alpha-\beta), \qquad y_1 = \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\operatorname{cosin}(\alpha-\beta)}, \qquad z_1 = W_1 = \frac{\operatorname{cosin}(\alpha+\beta)}{\operatorname{cosin}(\alpha-\beta)},$$

also auch wieder die Kugel, wie es nach den Erörterungen in § 7 sein muß. Im allgemeinen aber wird durch die Funktionen λ_1 und W_1 eine neue Fläche konstanter Krümmung bestimmt.

§ 9. Die allgemeine Lösung des Problems der Biegung.

Wir kehren zu den Gleichungen (59a) zurück, in denen die Funktionen Λ, M, Ω wieder mittels dreier Funktionen L_1, L_2, L_3 bezw. M_1, M_2, M_3 durch die Funktionen λ, μ, W ausgedrückt seien, wobei aber jetzt die Größen a, b, c nicht Konstante, sondern Funktionen von α, β bedeuten mögen, die den bekannten Relationen zwischen den Koeffizienten einer orthogonalen Transformation genügen, so daß wieder, wie in (64):

$$\begin{gathered} L_1^2 + L_2^2 + L_3^2 = 0, \qquad M_1^2 + M_2^2 + M_3^2 = 0, \\ L_1 M_1 + L_2 M_2 + L_3 M_3 = 1 + \operatorname{cosin}\omega. \end{gathered} \tag{70}$$

Es sind dann die Größen x_1, y_1, z_1 wieder die Koordinaten der Punkte einer Fläche, sobald unter den Integralzeichen in (59) vollständige Differentiale stehen. Dazu ist nötig, daß die erste Gleichung (61) und die entsprechenden für L_1 und L_2 erfüllt sind, so daß die drei Gleichungen (vgl. den Schluß in § 1):

$$\begin{aligned} W_\alpha \frac{\partial L_1}{\partial \beta} - W_\beta \frac{\partial M_1}{\partial \alpha} + W_{\alpha\beta}(L_1 - M_1) &= 0, \\ W_\alpha \frac{\partial L_2}{\partial \beta} - W_\beta \frac{\partial M_2}{\partial \alpha} + W_{\alpha\beta}(L_2 - M_2) &= 0, \\ W_\alpha \frac{\partial L_3}{\partial \beta} - W_\beta \frac{\partial M_3}{\partial \alpha} + W_{\alpha\beta}(L_3 - M_3) &= 0, \end{aligned} \tag{71}$$

erfüllt sein müssen, oder infolge der Gleichungen (15) und (15a):

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial L_1}{\partial \beta} + L_1 \operatorname{tg}\frac{\omega}{2}\cdot\lambda_\beta\right) W_\alpha - \left(\frac{\partial M_1}{\partial \alpha} - M_1 \operatorname{tg}\frac{\omega}{2}\cdot\mu_\alpha\right) W_\beta &= 0, \\ \left(\frac{\partial L_2}{\partial \beta} + L_2 \operatorname{tg}\frac{\omega}{2}\cdot\lambda_\beta\right) W_\alpha - \left(\frac{\partial M_2}{\partial \alpha} - M_2 \operatorname{tg}\frac{\omega}{2}\cdot\mu_\alpha\right) W_\beta &= 0, \\ \left(\frac{\partial L_3}{\partial \beta} + L_3 \operatorname{tg}\frac{\omega}{2}\cdot\lambda_\beta\right) W_\alpha - \left(\frac{\partial M_3}{\partial \alpha} - M_3 \operatorname{tg}\frac{\omega}{2}\cdot\mu_\alpha\right) W_\beta &= 0. \end{aligned} \tag{72}$$

Durch Multiplikation mit L_1, L_2, L_3 bezw. M_1, M_2, M_3 und Benutzung der Gleichungen (70) folgt weiter:

$$(73)\quad \begin{aligned} L_1 \frac{\partial M_1}{\partial \alpha} + L_2 \frac{\partial M_2}{\partial \alpha} + L_3 \frac{\partial M_3}{\partial \alpha} &= \sin \omega \cdot \mu_\alpha , \\ M_1 \frac{\partial L_1}{\partial \beta} + M_2 \frac{\partial L_2}{\partial \beta} + M_3 \frac{\partial L_3}{\partial \beta} &= -\sin \omega \cdot \lambda_\beta , \end{aligned}$$

ferner aus der dritten Gleichung:

$$\Sigma L_i \frac{\partial M_i}{\partial \alpha} + \Sigma M_i \frac{\partial L_i}{\partial \alpha} = -\sin \omega \cdot (\lambda_\alpha - \mu_\alpha) ,$$

$$\Sigma L_i \frac{\partial M_i}{\partial \beta} + \Sigma M_i \frac{\partial L_i}{\partial \beta} = -\sin \omega \ (\lambda_\beta - \mu_\beta) ,$$

so daß sich auch die weiteren Gleichungen ergeben:

$$(74)\quad \Sigma M_i \frac{\partial L_i}{\partial \alpha} = -\sin \omega \cdot \lambda_\alpha , \qquad \Sigma L_i \frac{\partial M_i}{\partial \beta} = \sin \omega \cdot \mu_\beta .$$

Die ersten beiden Gleichungen (70) erfüllen wir identisch durch die Substitution:

$$(75)\quad \begin{aligned} L_1 &= R \cdot \operatorname{cosin} \Phi , & L_2 &= R \cdot \sin \Phi , & L_3 &= i R , \\ M_1 &= R' \cdot \operatorname{cosin} \Psi , & M_2 &= R' \cdot \sin \Psi , & M_3 &= -i R' . \end{aligned}$$

Dann wird die dritte Gleichung (70):

$$(76)\quad RR' \, (1 + \operatorname{cosin} (\Phi - \Psi)) = 1 + \operatorname{cosin} (\lambda - \mu) ,$$

und die Gleichungen (73) bezw. (74) werden:

$$(77)\quad \begin{aligned} RR'_\alpha \, [1 + \operatorname{cosin} (\Phi - \Psi)] + RR' \Psi_\alpha \sin (\Phi - \Psi) &= \sin \omega \cdot \mu_\alpha , \\ RR'_\beta \, [1 + \operatorname{cosin} (\Phi - \Psi)] + RR' \Psi_\beta \sin (\Phi - \Psi) &= \sin \omega \cdot \mu_\beta , \\ R_\alpha R' \, [1 + \operatorname{cosin} (\Phi - \Psi)] - RR' \Phi_\alpha \sin (\Phi - \Psi) &= -\sin \omega \cdot \lambda_\alpha , \\ R_\beta R' \, [1 + \operatorname{cosin} (\Phi - \Psi)] - RR' \Phi_\beta \sin (\Phi - \Psi) &= -\sin \omega \cdot \lambda_\beta . \end{aligned}$$

Von diesen vier Gleichungen ist die dritte eine Folge der ersten, die vierte eine Folge der zweiten vermöge der dritten Gleichung (70), die mit (76) identisch ist. Setzen wir zur Abkürzung:

$$(78)\quad \mathfrak{W}' = \tfrac{1}{2} \mathfrak{W} , \qquad \omega' = \tfrac{1}{2} \omega ,$$

so werden die Gleichungen (77):

$$(79)\quad \begin{aligned} \Psi_\alpha &= \left[\mu_\alpha \cdot \operatorname{tg} \omega' - \frac{\partial \lg R'}{\partial \alpha} \right] \operatorname{cotg} \mathfrak{W}' , & \Psi_\beta &= \left[\mu_\beta \cdot \operatorname{tg} \omega' - \frac{\partial \lg R'}{\delta \beta} \right] \operatorname{cotg} \mathfrak{W}' , \\ \Phi_\alpha &= \left[\lambda_\alpha \cdot \operatorname{tg} \omega' + \frac{\partial \lg R}{\partial \alpha} \right] \operatorname{cotg} \mathfrak{W}' , & \Phi_\beta &= \left[\lambda_\beta \cdot \operatorname{tg} \omega' + \frac{\partial \lg R}{\partial \beta} \right] \operatorname{cotg} \mathfrak{W}' . \end{aligned}$$

Die doppelte Berechnung von $\Phi_{\alpha\beta}$ aus den beiden letzten Gleichungen führt zu folgendem Resultate:

$$\Phi_{\alpha\beta} \cdot \operatorname{tg} \mathfrak{W}' + \Phi_\alpha \frac{\mathfrak{W}'_\beta}{\operatorname{cosin}^2 \mathfrak{W}'} = \lambda_{\alpha\beta} \cdot \operatorname{tg} \omega' + \lambda_\alpha \frac{\omega'_\beta}{\operatorname{cosin}^2 \omega'} + \frac{\partial^2 \lg R}{\partial \alpha \, \partial \beta} ,$$

$$\Phi_{\alpha\beta} \cdot \operatorname{tg} \mathfrak{W}' + \Phi_\beta \frac{\mathfrak{W}_\alpha}{\operatorname{cosin}^2 \mathfrak{W}'} = \lambda_{\alpha\beta} \cdot \operatorname{tg} \omega' + \lambda_\beta \frac{\omega'_\alpha}{\operatorname{cosin}^2 \omega'} + \frac{\partial^2 \lg R}{\partial \alpha \, \partial \beta} ,$$

also durch Subtraktion:

$$\frac{\Phi_\alpha \mathfrak{W}'_\beta - \Phi_\beta \mathfrak{W}'_\alpha}{\cos^2 \mathfrak{W}'} = \frac{\lambda_\alpha \omega'_\beta - \lambda_\beta \omega'_\alpha}{\cos^2 \omega'} . \tag{80}$$

Der Zähler der linken Seite ist gleich $\frac{-1}{2}(\Phi_\alpha \Psi_\beta - \Phi_\beta \Psi_\alpha)$, der der rechten Seite gleich $\frac{-1}{2}(\lambda_\alpha \mu_\beta - \lambda_\beta \mu_\alpha)$. Zufolge der obigen Formeln (19) und (28) ist die rechte Seite gleich dem Krümmungsmaße der gegebenen Fläche, multipliziert in die Fundamentalgröße F: und da Φ, Ψ, $\mathfrak{W}'$ für die Biegungsfläche dieselbe Bedeutung haben wie λ, μ, ω' für die gegebene Fläche, so sagt Gleichung (80) nichts anderes aus, als daß das Krümmungsmaß beider Flächen identisch ist. Dieselbe Gleichung ergibt sich aus den ersten beiden Gleichungen (71).

Die beiden Integralitätsbedingungen der Gleichungen (79) sind folglich identisch erfüllt, denn die Gleichung (80) ist von der Gleichung (76), die als erfüllt vorausgesetzt wird, nicht verschieden, da das Krümmungsmaß nur von F abhängt und nach (76) die Fundamentalgröße F für beide Flächen dieselbe ist. Letztere lautet jetzt infolge von (78):

$$r \cdot \cos \mathfrak{W}' = \cos \omega' , \tag{81}$$

wenn noch

$$R = r \cdot e^{i\varphi} , \qquad R' = r \cdot e^{-i\varphi} \tag{81a}$$

gesetzt wird.

Das gewonnene Resultat hätte vorausgesehen werden können. Die Gleichungen (79) nämlich sind identisch mit (77), bezw. (73) und (74) und letztere lassen sich in der Form

$$L_1 K_1 + L_2 K_2 + L_3 K_3 = 0 , \qquad M_1 K_1 + M_2 K_2 + M_3 K_3 = 0$$

schreiben, wenn mit K_1, K_2, K_3 die linken Seiten der Gleichungen (71) oder (72) bezeichnet werden. Hierzu kommt die dritte Gleichung (70), d. h. $K_3 = 0$, so daß:

$$L_1 K_1 + L_2 K_2 = 0 \quad \text{und} \quad M_1 K_1 + M_2 K_2 = 0 ,$$

also auch:

$$K_1 = 0 , \qquad K_2 = 0 ,$$

denn die Determinante

$$L_1 M_2 - L_2 M_1 = R R' \sin (\Phi - \Psi)$$

kann im allgemeinen nicht verschwinden. Die Gleichungen (73) und (74) sind also in der Tat eine Folge der Gleichungen (79), und die Gleichungen (74) waren aus der dritten Gleichung (70) gewonnen, die sich nun umgekehrt durch vorstehende Rechnung als Integrabilitätsbedingung der Gleichung (79) ergibt. Sollte $\Phi = \Psi$ sein, so würde auch $\lambda = \mu$ folgen und dann wäre nach (28) das Krümmungsmaß gleich Null.

Man kann die Zurückführung der Gleichung (80) auf diese Gleichung (81) auch in folgender Weise direkt erkennen. Oben waren die Gleichungen (79) zuerst beiderseits mit $\operatorname{tg} \mathfrak{W}'$ multipliziert und sodann differenziert. Berechnet man die Werte $\Psi_{\alpha\beta}$ und $\Phi_{\alpha\beta}$ direkt, so ergeben sich die beiden Relationen:

$$(81\text{a})\quad \begin{aligned} &\frac{\operatorname{cotg}\mathfrak{W}'}{\cos^2\omega'}\cdot(\mu,\omega')-\frac{\operatorname{tg}\omega'}{\sin^2\mathfrak{W}'}\cdot(\mu,\mathfrak{W}')+\frac{1}{\sin^2\mathfrak{W}'}[(\lg r,\mathfrak{W}')-i(\varphi,\mathfrak{W}')] = 0\,,\\ &\frac{\operatorname{cotg}\mathfrak{W}'}{\cos^2\omega'}\cdot(\lambda,\omega')-\frac{\operatorname{tg}\omega'}{\sin^2\mathfrak{W}'}\cdot(\lambda,\mathfrak{W}')-\frac{1}{\sin^2\mathfrak{W}'}[(\lg r,\mathfrak{W}')+i(\varphi,\mathfrak{W}')] = 0\,,\end{aligned}$$

wo zur Abkürzung z. B. $\mu_\alpha\omega'_\beta-\mu_\beta\omega'_\alpha=(\mu,\omega')$ gesetzt ist, und hieraus durch Subtraktion bezw. Addition (da $\lambda-\mu=\omega=2\omega'$):

$$(81\text{b})\quad \begin{aligned} &\operatorname{tg}\omega'\cdot(\omega',\mathfrak{W}')+(\lg r,\mathfrak{W}')=0\,,\\ &\cos\mathfrak{W}'\cdot\sin\mathfrak{W}'\cdot(\lambda+\mu,\omega')-\cos\omega'\cdot\sin\omega'\cdot(\lambda+\mu,\mathfrak{W}')-2i\cos\omega'\cdot\cos\omega'\cdot(\varphi,\mathfrak{W}')=0.\end{aligned}$$

Nun findet man aus (81):

$$(81\text{c})\quad (r,\mathfrak{W}')=-\frac{\sin\omega'}{\cos\mathfrak{W}'}\cdot(\omega',\mathfrak{W}')\,;$$

und somit geht die erste Gleichung (81 b) über in

$$(\omega',\mathfrak{W}')\cdot\left[\operatorname{tg}\omega'-\frac{1}{r}\,\frac{\sin\omega'}{\cos\mathfrak{W}'}\right]=0\,,$$

und hier verschwindet die zweite Klammer infolge von (81), so daß die erste Gleichung (81 b) erfüllt ist. Aus den ersten beiden Gleichungen (79) erhalten wir unter Benutzung der ersten Gleichung (81 a):

$$(81\text{d})\quad \begin{aligned} (\Psi,\mathfrak{W}') &= [(\mu,\mathfrak{W}')\operatorname{tg}\omega'-(\lg r-i\varphi,\mathfrak{W}')]\operatorname{cotg}\mathfrak{W}'\\ &=\frac{\cos^2\mathfrak{W}'}{\cos^2\omega'}\cdot(\mu,\omega')=\frac{\cos^2\mathfrak{W}'}{2\cos^2\omega'}\cdot(\mu,\lambda)\,.\end{aligned}$$

Denselben Wert findet man für $(\Phi,\mathfrak{W}')$; es ist also:

$$(\Phi+\Psi,\mathfrak{W}')=[(\lambda+\mu,\mathfrak{W}')\operatorname{tg}\omega'+2i(\varphi,\mathfrak{W}')]\operatorname{cotg}\mathfrak{W}'=\frac{\cos^2\mathfrak{W}'}{\cos^2\omega'}\cdot(\mu,\lambda)\,.$$

Diese Gleichung aber ist wegen der Relation $(\lambda+\mu,\omega')=(\mu,\lambda)$ mit der zweiten Gleichung (81 b) identisch. Die beiden Integrabilitätsbedingungen (81 a) reduzieren sich also auf die eine Gleichung (81), auf die auch (80) zurückgeführt wurde.

Zur Bestimmung der vier Funktionen Φ, Ψ, R, R' haben wir also die Gleichung (81) und die vier Gleichungen (79). Von letzteren war wegen (81) bezw. (76) die dritte eine Folge der ersten und die vierte eine Folge der zweiten. Es brauchen also nur die zweite und dritte Gleichung beibehalten zu werden. Wegen der erfüllten Integrabilitätsbedingungen ist aber auch die zweite eine Folge der ersten und die vierte eine Folge der dritten, so daß nur eine der vier Gleichungen (79) etwas neues aussagt. Diese Gleichungen sind aus den drei Gleichungen (71) durch zwei lineare Kombinationen gewonnen. Es muß daher noch eine der letzteren Gleichungen hinzugefügt werden. Wir wählen die dritte. Dieselbe wird infolge von (75):

$$(82)\quad R_\beta W_\alpha+R'_\alpha W_\beta+(R+R')\,W_{\alpha\beta}=0\,.$$

Diese Gleichung läßt sich in mehreren anderen Formen schreiben; durch die Substitution (81 a) wird z. B.:

(82a) $$e^{2\varphi i}\left[\left(\frac{\partial \lg r}{\partial \beta}+i\varphi_\beta\right)W_\alpha+W_{\alpha\beta}\right]+\left(\frac{\partial \lg r}{\partial \alpha}-i\varphi_\alpha\right)W_\beta+W_{\alpha\beta}=0,$$

und infolge von (15) und (15a), wenn $W_{\alpha\beta}$ nicht Null ist:

$$e^{2\varphi i}\left[\frac{\partial \lg r}{\partial \beta}+i\varphi_\beta+\lambda_\beta \operatorname{tg}\omega'\right]W_\alpha+\left[\frac{\partial \lg r}{\partial \alpha}-i\varphi_\alpha-\mu_\alpha \operatorname{tg}\omega'\right]W_\beta=0,$$

eine Gleichung, die auch in den folgenden Formen geschrieben werden kann:

$$e^{2\varphi i}\cdot\Phi_\beta\cdot W_\alpha+\Psi_\alpha W_\beta=0,$$

oder:

$$\mu_\alpha\cdot\frac{\partial r e^{\varphi i}}{\partial \beta}-\lambda_\beta\cdot\frac{\partial r e^{-\varphi i}}{\partial \alpha}+r\lambda_\beta\mu_\alpha\left(e^{\varphi i}-e^{-\varphi i}\right)\operatorname{tg}\omega'=0,$$

oder endlich, wenn man

$$R=U+iV,\qquad R'=U-iV$$

setzt:

(82b) $$U_\beta W_\alpha+U_\alpha W_\beta+i\left(V_\beta W_\alpha-V_\alpha W_\beta\right)+2UW_{\alpha\beta}=0.$$

Sei also zur Abkürzung:

$$\Omega=i\left(U_\beta W_\alpha+U_\alpha W_\beta+2UW_{\alpha\beta}\right),$$

und denken wir U als Funktion von α, β willkürlich gegeben, so ist auch Ω als Funktion von α, β bekannt, und V bestimmt sich aus der Gleichung:

(82c) $$V_\beta W_\alpha-V_\alpha W_\beta=\Omega.$$

Die Gleichungen der Charakteristiken sind

$$\frac{-d\alpha}{W_\beta}=\frac{d\beta}{W_\alpha}=\frac{dV}{\Omega}$$

und ein Integral derselben:

(82d) $$W(\alpha,\beta)=a,$$

sodann das zweite:

(82e) $$V=-\int\frac{\Omega\cdot d\alpha}{W_\beta}+b,$$

wo a und b Konstante bezeichnen. Bei der Integration ist β aus (82d) als Funktion von α und a zu betrachten und nach der Integration ist a durch $W(\alpha,\beta)$ zu ersetzen. Das allgemeine Integral ergibt sich, wenn man b gleich einer Funktion von a setzt und sodann a aus den Gleichungen (82d) und (82e) eliminiert. Doch genügt uns hier das vollständige Integral (82e), in dem schon die willkürliche Funktion U enthalten ist; denn, wenn man Ω durch $\Omega_1+W_\beta\cdot\psi'(W)\cdot W_\alpha$ ersetzt, so wird eine neue Funktion V in der Form

$$V_1=-\int\frac{\Omega_1 d\alpha}{W_\beta}-\psi(W)+\text{Const.}$$

gefunden, also eine Lösung, die sich ebenso ergibt, wenn man in (82e) die Konstante $b=-\psi(a)$ setzt.

Die Bestimmung aller Biegungsflächen einer gegebenen Fläche ist hierdurch, sobald man die Parameter ihrer Minimalkurven eingeführt hat, auf eine Reihe von Quadraturen zurückgeführt, und die Koordinaten der Punkte der allgemeinen Biegungsfläche der durch die Gleichungen (17) gegebenen Fläche sind dann:

$$(83)\qquad \begin{aligned} x_1 &= \int [re^{i\varphi} \cdot \operatorname{cosin} \Phi \cdot W_\alpha \cdot d\alpha + re^{-i\varphi} \operatorname{cosin} \Psi \cdot W_\beta \cdot d\beta], \\ y_1 &= \int [re^{i\varphi} \sin \Phi \cdot W_\alpha \cdot d\alpha + re^{-i\varphi} \sin \Psi \cdot W_\beta \cdot d\beta], \\ z_1 &= i\int [re^{i\varphi} \cdot W_\alpha \cdot d\alpha - re^{-i\varphi} \cdot W_\beta \cdot d\beta]. \end{aligned}$$

Um diese zu finden, hat man die gegebene Fläche durch ihre Minimalkurven in der Form (17) darzustellen, was die Integration einer gewöhnlichen Differentialgleichung erfordert; dann sind λ, μ, W, ω als Funktion von α, β bekannt; die entsprechenden Größen Φ, Ψ, r, φ der Biegungsfläche bestimmen sich sodann in der geschilderten Weise durch mehrere Quadraturen.

Das Entsprechen von Φ, Ψ, W zu λ, μ, ω tritt auch darin hervor, daß sich z. B. die erste und vierte Gleichung (79) in der Form

$$(83\,\mathrm{a})\qquad \begin{aligned} \Psi_\alpha &= -\operatorname{cotg} \frac{\mathfrak{W}}{2} \cdot \frac{\partial \lg (re^{-i\varphi} W_\beta)}{\partial \alpha}, \\ \Phi_\beta &= \operatorname{cotg} \frac{\mathfrak{W}}{2} \cdot \frac{\partial \lg (r \cdot e^{i\varphi} W_\alpha)}{\partial \beta}, \end{aligned}$$

schreiben lassen, also genau in der Form (15), bezw. (15a); denn für die Biegungsfläche wird die Funktion W durch die Funktion

$$(83\,\mathrm{b})\qquad z_1 = i\int [re^{i\varphi} \cdot W_\alpha d\alpha - re^{-i\varphi} W_\beta d_\beta]$$

ersetzt. Die Gleichungen (79) bezw. (83a) bleiben ungeändert, wenn man Φ mit λ, Ψ mit μ, W mit ω, r mit r^{-1} und φ mit $-\varphi$ vertauscht; dieser Vertauchung entspricht die Rückkehr von der Biegungsfläche zur ursprünglichen Fläche.

Der ursprüngliche Ansatz, nach welchem die Koeffizienten a_k, b_k, c_k in den Ausdrücken L_1, L_2, L_3 zu bestimmen gewesen wären, ist im vorstehenden zurückgetreten, da die Funktionen L_i direkt berechnet werden konnten und nun die Bestimmung jener Koeffizienten überflüssig ist.

Nachdem die Gleichungen (83) gewonnen sind, ist nachträglich leicht einzusehen, daß sie das Problem lösen. Erstens nämlich stellen sie eine Fläche dar, da infolge der Gleichungen (79) und (82) unter dem Integralzeichen vollständige Differentiale stehen. Zweitens sind die Bedingungen

$$\left(\frac{\partial x_1}{\partial \alpha}\right)^2 + \left(\frac{\partial y_1}{\partial \alpha}\right)^2 + \left(\frac{\partial z_1}{\partial \alpha}\right)^2 = 0, \qquad \left(\frac{\partial x_1}{\partial \beta}\right)^2 + \left(\frac{\partial y_1}{\partial \beta}\right)^2 + \left(\frac{\partial z_1}{\partial \beta}\right)^2 = 0$$

infolge der Gleichungen (79) identisch erfüllt, und drittens besteht nach (76) die Gleichung:

$$\frac{\partial x_1}{\partial \alpha}\frac{\partial x_1}{\partial \beta} + \frac{\partial y_1}{\partial \alpha}\frac{\partial y_1}{\partial \beta} + \frac{\partial z_1}{\partial \alpha}\frac{\partial z_1}{\partial \beta} = F = 2\, W_\alpha W_\beta \cdot \operatorname{cosin}^2 \frac{\lambda-\mu}{2}.$$

§ 10. Die Differentialgleichungen des Problems.

Die Gleichungen (83) liefern die allgemeine Lösung der in (36) gegebenen partiellen Differentialgleichung zweiter Ordnung, wenn eine Lösung W derselben bekannt ist; insbesondere kann der Ausdruck (83b) als eine solche Lösung gelten. Diese Funktion z_1 genügt zunächst der Gleichung, welche aus (36) entsteht, wenn man F durch F^* ersetzt, nämlich:

$$(84)\quad \begin{gathered} \frac{\partial^2 z_1}{\partial \alpha^2}\frac{\partial^2 z_1}{\partial \beta^2} - \left(\frac{\partial^2 z_1}{\partial \alpha \partial \beta}\right)^2 + \frac{\partial z_1}{\partial \alpha}\frac{\partial z_1}{\partial \beta}\frac{\partial \lg F^*}{\partial \alpha}\frac{\partial \lg F^*}{\partial \beta} - \frac{\partial^2 z_1}{\partial \alpha^2}\frac{\partial z_1}{\partial \beta}\frac{\partial \lg F^*}{\partial \beta} \\ - \frac{\partial^2 z_1}{\partial \beta^2}\cdot\frac{\partial z_1}{\partial \alpha}\frac{\partial \lg F^*}{\partial \alpha} + 2\frac{\partial z_1}{\partial \alpha}\frac{\partial z_1}{\partial \beta}\frac{\partial^2 \lg F^*}{\partial \alpha \partial \beta} = F^*\cdot\frac{\partial^2 \lg F^*}{\partial \alpha \partial \beta}, \end{gathered}$$

wobei

$$(84\,\mathrm{a})\qquad F^* = 2RR' \operatorname{cosin}^2 \frac{1}{2}(\Phi - \Psi)\cdot\frac{\partial W}{\partial \alpha}\frac{\partial W}{\partial \beta}$$

gesetzt wird und $\Phi - \Psi$ mit F^* durch die Gleichung zusammenhängt, welche aus (16) durch die angegebenen Vertauschungen entsteht, nämlich:

$$\frac{\partial}{\partial \alpha}\left(\operatorname{cotg}\mathfrak{W}'\cdot\frac{\partial \lg R W_\alpha}{\partial \beta}\right) + \frac{\partial}{\partial \beta}\left(\operatorname{cotg}\mathfrak{W}'\cdot\frac{\partial \lg R' W_\beta}{\partial \alpha}\right) = 2\frac{\partial^2 \mathfrak{W}'}{\partial \alpha \partial \beta}.$$

Nun war aber nach (76) $F^* = F$; es genügt also z_1 auch der Gleichung, welche aus (84) entsteht, wenn man F^* durch F ersetzt. Ist folglich W eine partikulare Lösung der Gleichung (36), so ist die allgemeine Lösung durch die Funktion

$$z_1 = i\int [R W_\alpha d\alpha - R' W_\beta d\beta]$$

gegeben, sobald R und R' der Gleichung (82) genügen und durch die Gleichungen (79) und (76) mit den Funktionen Φ, Ψ, λ, μ zusammenhängen.

Setzt man in (84):

$$\frac{\partial z_1}{\partial \alpha} = i R W_\alpha, \qquad \frac{\partial z_1}{\partial \beta} = -iR' W_\beta,$$

so ergibt sich zwischen R und R' die Beziehung:

$$(84\,\mathrm{b})\quad \begin{aligned} & R_\alpha R'_\beta W_\alpha W_\beta + R R'_\beta W_{\alpha\alpha} W_\beta + R_\alpha R' W_{\beta\beta} W_\alpha - R_\beta R'_\alpha W_\alpha W_\beta \\ & - R R'_\alpha W_\beta W_{\alpha\beta} - R_\beta R' W_\alpha W_{\alpha\beta} - R_\alpha R' W_\alpha W_\beta F'_\beta - R R'_\beta W_\alpha W_\beta F'_\alpha \\ & = F F'_{\alpha\beta}(1 - RR'), \end{aligned}$$

wenn zur Abkürzung $F' = \lg F$ gesetzt wird. Die Funktionen R und R' sind also an einander allein durch die Bedingung gebunden, daß in dem Ausdrucke für z_1 unter dem Integralzeichen ein vollständiges Differential steht, d. h. durch die Gleichung (82), außerdem aber mit W durch die Gleichung (84b) verkettet, die eine Folge der übrigen Gleichungen sein muß.

Wir betrachten als Beispiel die Flächen, welche auf eine Ebene abwickelbar sind. Da sie das Krümmungsmaß Null haben, ist nach (28): $(\lambda, \mu) = 0$, also μ eine Funktion von λ, ferner nach (80) auch $(\Phi, \Psi) = 0$, also Ψ eine Funktion von Φ, ferner $F = \text{Const.}$, also nach (36):

$$(85)\qquad W_{\alpha\alpha} W_{\beta\beta} - W_{\alpha\beta}^2 = 0,$$

ferner nach (19):

(86) $$W_\alpha W_\beta \operatorname{cosin}^2 \omega' = \text{Const.} = C,$$

und durch Differentiation:

(86 a) $$\begin{aligned} W_{\alpha\alpha} W_\beta + W_\alpha W_{\alpha\beta} &= \frac{2\,C \sin \omega'}{\operatorname{cosin}^3 \omega'} \cdot \omega'_\alpha, \\ W_{\alpha\beta} W_\beta + W_\alpha W_{\beta\beta} &= \frac{2\,C \sin \omega'}{\operatorname{cosin}^3 \omega'} \cdot \omega'_\beta, \end{aligned}$$

folglich:

(86 b) $$(\omega', W_\alpha) = 0 \quad \text{und} \quad (\omega', W_\beta) = 0,$$

d. h. W_α und W_β sind einzeln Funktionen von ω':

(87) $$W_\alpha = \psi(\omega'), \qquad W_\beta = \psi_1(\omega'),$$

(87 a) $$\psi_1'(\omega')\,\omega'_\alpha = \psi'(\omega')\,\omega'_\beta.$$

Dies ist eine partielle Gleichung erster Ordnung für ω', welche ergibt:

(88) $$\alpha\,\psi_1'(\omega') + \beta\,\psi'(\omega') = \chi(\omega'),$$

wo χ eine weitere willkürliche Funktion bezeichnet und wo nach (86)

$$\psi(\omega') \cdot \psi_1(\omega') \cdot \operatorname{cosin}^2 \omega' = C.$$

Durch die Gleichungen (87) und (88) sind W und ω' als Funktionen von α, β definiert; λ und μ ergeben sich dann aus (15) und (15 a), wobei die Beziehung $\lambda - \mu = 2\,\omega'$ zu beachten ist. Es ist W bestimmt durch

$$W = \int [\psi(\omega')\,d\alpha + \psi_1(\omega')\,d\beta]$$

und hier steht wegen (87 a) unter dem Integralzeichen ein vollständiges Differential. Für die Biegungsflächen haben wir nach (82) R und R' aus der Gleichung

(89) $$R_\beta\,\psi(\omega') + R'_\alpha\,\psi_1(\omega') + (R + R')\,\psi'(\omega')\,\omega'_\beta = 0$$

zu bestimmen, was nach den Entwicklungen von § 9 geschehen kann; dabei ist

(90) $$R R' W_\alpha W_\beta \operatorname{cosin}^2 \mathfrak{W}' = C = W_\alpha W_\beta \operatorname{cosin}^2 \omega'.$$

Hier sind wegen (83 b) $R W_\alpha$ und $R' W_\beta$ partielle Differentialquotienten einer Funktion z_1 und diese muß der Gleichung (84) genügen, welche sich wegen $F^* =$ Konst. auf

$$\frac{\partial^2 z_1}{\partial \alpha^2}\,\frac{\partial^2 z_1}{\partial \beta^2} - \left(\frac{\partial^2 z_1}{\partial \alpha\,\partial \beta}\right)^2 = 0$$

reduziert. Für $R W_\alpha$ und $R' W_\beta$ bestehen also dieselben Gleichungen, wie oben unter (87) für W_α und W_β: d. h. diese Ausdrücke sind Funktionen einer Funktion $\mathfrak{W}$ (die an Stelle von ω tritt); und folglich ist

$$(R W_\alpha,\ R' W_\beta) = 0,$$

oder entwickelt:

$$R R' (W_\alpha, W_\beta) + W_\alpha R' (R, W_\beta) + W_\beta R (W_\alpha, R') + W_\alpha W_\beta (R, R') = 0.$$

Diese Gleichung aber ist für unseren Fall mit obiger Gleichung (84 b) identisch.

Eine weitere Eigenschaft der Differentialgleichung (36) ist dadurch gegeben, daß sie ungeändert bleibt, wenn man α durch eine Funktion A von α und β durch eine Funktion B von β und $F(\alpha, \beta)$ durch $F(A, B)\, A' B'$ ersetzt, wie aus der geometrischen Bedeutung hervorgeht.

Durch Aufstellung aller Biegungsflächen einer gegebenen Fläche ist auch die Lösung anderer Differentialgleichungen gegeben, auf die das Problem zurückgeführt werden kann. Es gilt dies insbesondere von der Gleichung:

$$\varrho' \varrho'' \frac{\partial^2 x}{\partial u^2} + (\varrho' + \varrho'') \frac{\partial^2 x}{\partial u \partial v} + \frac{\partial^2 x}{\partial v^2} = 0,$$

auf welche Weingarten das Problem zurückgeführt hat[1]) und in der ϱ', ϱ'' die Krümmungsradien der gegebenen Fläche bezeichnen, während u, v die Parameter von Kurvensystemen sind, durch die das Quadrat des Linienelementes auf die Form

$$ds^2 = du^2 + 2p\, du\, dv + 2q\, dv^2$$

gebracht wird. Zur Einführung dieser Parameter ist zuvor eine gewöhnliche Differentialgleichung zu lösen, durch welche u, v auf α, β zurückgeführt werden.

§ 11. Die Biegungsflächen der Ebene.

Um alle auf die Ebene abwickelbaren Flächen zu erhalten, genügt es, von einer solchen auszugehen. Wir wählen den geraden Kreiszylinder mit dem Radius a, dargestellt durch die Gleichungen

$$x = a \cos(\alpha + \beta), \qquad y = a \sin(\alpha + \beta), \qquad z = i a (\alpha - \beta) = W$$

$$ds^2 = 4 a^2\, d\alpha\, d\beta = 2 F\, d\alpha\, d\beta = 4 \frac{\partial z}{\partial \alpha} \frac{\partial z}{\partial \beta} \cos^2 \frac{\lambda - \mu}{2} \cdot d\alpha\, d\beta.$$

Bei Anwendung der Formeln von § 5 hat man $F_1 = a$, also $\Phi = i a (\alpha - \beta)$ zu setzen und:

$$\operatorname{tg} \lambda = -\operatorname{cotg}(\alpha + \beta) = \operatorname{tg} \mu, \quad \cos w = 1, \quad \sin w = 0, \quad w = 0,$$

$$\lambda = \mu = \alpha + \beta - \frac{\pi}{2},$$

und nach (44):

$$x = \int [-a \sin(\alpha + \beta)\, d\alpha - a \sin(\alpha + \beta)\, d\beta],$$

$$y = \int [-a \cos(\alpha + \beta)\, d\alpha - a \cos(\alpha + \beta)\, d\beta], \qquad z = i a (\alpha - \beta).$$

Da hier $W_{\alpha\beta} = 0$ und $W_\alpha = -W_\beta$ ist, so folgt aus (82):

$$R = \frac{\partial \Omega}{\partial \beta}, \qquad R' = \frac{\partial \Omega}{\partial \alpha}, \tag{91}$$

wenn Ω eine reelle Funktion von α und β bezeichnet, also aus (81)

$$\cos \omega' = \cos \frac{\Phi - \Psi}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{\Omega_\alpha \Omega_\beta}}.$$

---

[1]) Comptes rendus t. CXII, 1891; vgl. Darboux, a. a. O. t. 4, p. 308 ff.

Hierdurch ist $\Phi - \Psi = \mathfrak{W}$ bestimmt, und die Gleichungen (79) werden:

$$\Psi_\alpha = -\frac{1}{2}\frac{\partial \lg \Omega_\alpha}{\partial \alpha} \operatorname{cotg} \mathfrak{W}', \qquad \Psi_\beta = -\frac{1}{2}\frac{\partial \lg \Omega_\alpha}{\partial \beta} \operatorname{cotg} \mathfrak{W}',$$

$$\Phi_\alpha = \frac{1}{2}\frac{\partial \lg \Omega_\beta}{\partial \alpha} \operatorname{cotg} \mathfrak{W}', \qquad \Phi_\beta = \frac{1}{2}\frac{\partial \lg \Omega_\beta}{\partial \beta} \operatorname{cotg} \mathfrak{W}'.$$

In der Gleichung (84b) wird infolge von (91):

$$\Omega_{\alpha\alpha}\,\Omega_{\beta\beta} - \Omega_{\alpha\beta}^2 = 0,$$

in Übereinstimmung mit (85). Da hier $\omega' = 0$ ist, so ergibt sich aus (90):

$$\Omega_\alpha\,\Omega_\beta \operatorname{cosin}^2 \mathfrak{W}' = C; \tag{92}$$

es können folglich dieselben Betrachtungen Platz greifen, wie oben im Anschlusse an Gleichung (86); d. h. ersetzt man in (86a) W durch Ω, ω' durch $\mathfrak{W}'$, so ergibt sich, daß Ω_α und Ω_β Funktionen von $\mathfrak{W}'$ sind,

$$\Omega = \int [\psi(\mathfrak{W}')\,d\alpha + \psi_1(\mathfrak{W}')\,d\beta], \tag{93}$$

wobei

$$\begin{aligned} \psi(\mathfrak{W}') \cdot \psi_1(\mathfrak{W}') \operatorname{cosin}^2 \mathfrak{W}' &= 2\,a^2, \\ \alpha\,\psi_1'(\mathfrak{W}') + \beta\,\psi'(\mathfrak{W}') &= \chi(\mathfrak{W}'), \end{aligned} \tag{93a}$$

wenn ψ und χ willkürliche Funktionen bezeichnen. Damit sind die in § 10 aufgestellten Gleichungen wieder gewonnen. Dort wurden sie erhalten, indem wir von der Forderung eines verschwindenden Krümmungsmaßes ausgingen. Jetzt ergeben sie sich als Folge unserer allgemeinen Lösung des Problems, die Biegungsflächen einer gegebenen Fläche (hier des geraden Kreiszylinders) anzugeben; aber sie erscheinen doch als ein Ausnahmefall dieser allgemeinen Formeln. Nach letzteren nämlich sind R und R' allein an die Gleichung (82) gebunden, und diese ergibt hier das in (91) gegebene Resultat; aber im Falle des Kreiszylinders bleibt Ω nicht willkürlich, sondern infolge von (92) sind Ω_α und Ω_β Funktionen einer Funktion $\mathfrak{W}'$ von α und β, und dies bedingt die weitere Einschränkung der Funktion Ω, wie sie in (93) und (93a) erhalten wurde. Diese Ausnahme kann offenbar auch nur dann eintreten, wenn die Fundamentalgröße F gleich einer Konstanten ist.

Als Beispiel nehmen wir die Fläche der Tangenten der gemeinen Schraubenlinie auf dem Zylinder mit Radius a, dargestellt durch die Gleichungen:

$$x = a \operatorname{cosin} \varphi - r \sin \varphi \cdot \sin \gamma, \qquad y = a \sin \varphi + r \operatorname{cosin} \varphi \cdot \sin \gamma,$$

$$z = a \cdot \varphi \cdot \operatorname{cotg} \gamma + r \operatorname{cosin} \gamma,$$

also

$$\begin{aligned} ds^2 &= \left(\frac{a}{\sin \gamma}\,d\varphi + dr\right)^2 + r^2 \sin^2 \gamma\,d\varphi^2 \\ &= [(A + Br)\,d\varphi + dr]\,[(A - Br)\,d\varphi + dr], \end{aligned}$$

wenn

$$A = \frac{a}{\sin \gamma}, \qquad B = i \sin \gamma.$$

Wir setzen:

$$\sqrt{2}\, d\alpha = d\varphi + \frac{dr}{A+Br}, \qquad \sqrt{2}\, d\beta = d\varphi + \frac{dr}{A-Br},$$

$$\sqrt{2}\, \alpha = \varphi + \frac{1}{B} \lg (A+Br), \quad \sqrt{2}\, \beta = \varphi - \frac{1}{B} \lg (A-Br),$$

$$\sqrt{2}\, (\alpha-\beta) = \frac{1}{B} \lg (A+Br)(A-Br),$$

$$ds^2 = 2\,(A^2-B^2r^2)\, d\alpha\, d\beta = 2\, e^{\sqrt{2}(\alpha-\beta)B}\, d\alpha\, d\beta = d\alpha'\, d\beta',$$

wenn: $\sqrt{2}\, B\alpha = \lg(\sqrt{2}\, B\alpha')$, $\sqrt{2}\, B\beta = -\lg(\sqrt{2}\, B\beta')$, und hieraus:

$$B^2r^2 = A^2 - 2B^2\alpha'\beta', \qquad 2\varphi = \frac{1}{B}\lg\frac{\alpha'}{\beta'} + \frac{1}{B}\lg\frac{A+Br}{A-Br}.$$

Es wird so, wenn wieder α, β statt α', β' geschrieben wird:

$$\frac{\partial z}{\partial \alpha'} = \left[\frac{1}{B\alpha'} + \left(\frac{1}{A+Br} + \frac{1}{A-Br}\right)\frac{\partial r}{\partial \alpha'}\right] \operatorname{cotg}\gamma + \operatorname{cosin}\gamma \frac{\partial r}{\partial \alpha'},$$

$$= \frac{1}{B\alpha'} \operatorname{cotg}\gamma + \left(\frac{2A}{A^2-B^2r^2}\operatorname{cotg}\gamma + \operatorname{cosin}\gamma\right)\frac{\partial r}{\partial \alpha'},$$

$$\frac{\partial z}{\partial \beta'} = \frac{-1}{B\beta'} \operatorname{cotg}\gamma + \left(\frac{2A}{A^2-B^2r^2}\operatorname{cotg}\gamma + \operatorname{cosin}\gamma\right)\frac{\partial r}{\partial \beta'}.$$

Nun sollten Ω_α, Ω_β Funktionen einer Funktion von α und β sein; in der Tat wird, wenn man $\lg \alpha' = \mathfrak{a}$, $\lg \beta' = \mathfrak{b}$ setzt:

$$\frac{\partial z}{\partial \mathfrak{a}} = \Omega_{\mathfrak{a}} = \text{Funktion von } e^{\mathfrak{a}+\mathfrak{b}}, \qquad \frac{\partial z}{\partial \beta} = \Omega_{\mathfrak{b}} = \text{Funktion von } e^{\mathfrak{a}+\mathfrak{b}},$$

wie es sein sollte. Es ist nur zu beachten, daß aus den Gleichungen (86b) allgemein hätte geschlossen werden können:

$$W_\alpha = \psi(\omega')\cdot A, \qquad W_\beta = \psi_1(\omega')\cdot B,$$

wo A und B Funktionen bezw. von α und β bedeuten. Es braucht dies aber kaum betont zu werden, da das Einführen dieser Funktionen an der geometrischen Bedeutung nichts ändert. Die Funktion $\Phi - \Psi$ hat man aus der Gleichung:

$$\frac{\partial z}{\partial \alpha'}\frac{\partial z}{\partial \beta'} \operatorname{cosin}^2 \frac{\Phi-\Psi}{2} = 1$$

zu berechnen, und sodann Φ, Ψ aus (79) durch Quadraturen zu bestimmen.

§ 12. Die Biegungsflächen der Minimalflächen.

Für die (durch die Bedingung $R_1 + R_2 = 0$ charakterisierten) Minimalflächen findet man aus (27): $W_{\alpha\beta} = 0$. Nach (15) und (15a) ist jetzt λ eine Funktion von α allein, μ eine Funktion von β allein; man kann also setzen:

$$W = A + B, \qquad \lambda = 2\alpha, \qquad \mu = 2\beta, \tag{94}$$

wo A und B bezw. Funktionen allein von α und allein von β bezeichnen. Die Formeln (17) geben dann:

$$\begin{aligned} x &= i\int\left[\cos 2\alpha \cdot A'\,d\alpha - \cos 2\beta \cdot B'\,d\beta\right], \\ y &= i\int\left[\sin 2\alpha \cdot A'\,d\alpha - \sin 2\beta \cdot B' \cdot d\beta\right], \qquad z = A + B. \end{aligned} \tag{95}$$

Man leitet hieraus leicht die bekannten Enneper'schen Formeln ab, die auch Weierstrass aufgestellt hat.

Die Differentialgleichung (82) wird hier:

$$A'\frac{\partial R}{\partial \beta} + B'\frac{\partial R'}{\partial \alpha} = 0 \qquad \text{oder:} \qquad \frac{\partial R}{\partial B} = -\frac{\partial R'}{\partial A}$$

also:

$$R = \frac{\partial P(\alpha,\beta)}{\partial \alpha} \cdot \frac{1}{A'} = P_A, \qquad R' = -\frac{\partial P(\alpha\beta)}{\partial \beta} \cdot \frac{1}{B'} = -P_B, \tag{96}$$

wenn $P(\alpha, \beta)$ eine willkürliche Funktion von α, β bezeichnet, also nach (81):

$$\cos \mathfrak{W}' = \cos \frac{1}{2}(\Phi - \Psi) = \frac{\cos(\alpha - \beta)}{\sqrt{-P_A P_B}},$$

sodann aus (79), da $\lambda_\beta = 0$, $\mu_\alpha = 0$ ist:

$$\begin{aligned} \Phi &= -i\int \frac{\partial \lg P_A}{\partial \beta} \frac{\cos(\alpha-\beta)}{\sqrt{P_A P_B + \cos^2(\alpha-\beta)}}\,d\beta \\ &= -i\int\left[2\,\mathrm{tg}(\alpha-\beta) + \frac{\partial \lg P_A}{\partial \alpha}\right]\frac{\cos(\alpha-\beta)}{\sqrt{P_A P_B + \cos^2(\alpha-\beta)}} \cdot d\alpha, \\ \Psi &= i\int \frac{\partial \lg P_B}{\partial \alpha} \frac{\cos(\alpha-\beta)}{\sqrt{P_A P_B + \cos^2(\alpha-\beta)}}\,d\alpha \\ &= i\int\left[2\,\mathrm{tg}(\alpha-\beta) - \frac{\partial \lg P_B}{\partial \beta}\right]\frac{\cos(\alpha-\beta)}{\sqrt{P_A P_B + \cos^2(\alpha-\beta)}} \cdot d\beta. \end{aligned} \tag{97}$$

Die Koordinaten der Punkte der allgemeinsten Biegungsfläche der Minimalfläche (95) sind dodann nach (83):

$$(98)\qquad \begin{aligned} x_1 &= \int\left[\frac{\partial P}{\partial \alpha}\cdot \operatorname{cosin}\Phi\cdot d\alpha - \frac{\partial P}{\partial \beta}\cdot \operatorname{cosin}\Psi\cdot d\beta\right],\\ y_1 &= \int\left[\frac{\partial P}{\partial \alpha}\cdot \sin\Phi\cdot d\alpha - \frac{\partial P}{\partial \beta}\sin\Psi\cdot d\beta\right],\\ z_1 &= i\int\left[\frac{\partial P}{\partial \alpha}\,d\alpha + \frac{\partial P}{\partial \beta}\,d\beta\right], \end{aligned}$$

wo Φ und Ψ durch (97) definiert sind; dabei bedeutet P eine rein imaginäre Funktion von α und β. Wählt man insbesondere, wenn c eine Konstante bezeichnet,

$$P = e^{ic}A - e^{-ic}B, \qquad \text{also } P_A = e^{ic},\ P_B = -e^{-ic},$$

so ergeben sich die Bonnet'schen Biegungsflächen der Minimalfläche (95), die selbst wieder Minimalflächen sind, in der bekannten Form:

$$\begin{aligned} x_1 &= i\int[e^{ic}\cdot \operatorname{cosin}2\alpha\cdot A'\,d\alpha - e^{-ic}\operatorname{cosin}2\beta\cdot B'\,d\beta],\\ y_1 &= i\int[e^{ic}\sin 2\alpha\cdot A'\,d\alpha - e^{-ic}\sin 2\beta\,.\,B'\,d\beta],\\ z_1 &= \int[e^{ic}A'\,d\alpha + e^{-ic}B'\,d\beta], \end{aligned}$$

indem hier Φ und Ψ aus den in (97) an dritter Stelle angegebenen Integralen zu berechnen sind.

Wählt man z. B. $W = -i a(\alpha-\beta)$, wo a eine Konstante bedeutet, so geben die Gleichungen (95):

$$\begin{aligned} x &= a\int[\operatorname{cosin}2\alpha\,d\alpha + \operatorname{cosin}2\beta\,d\beta] = -a\cdot\operatorname{cosin}(\alpha+\beta)\operatorname{cosin}(\alpha-\beta),\\ y &= a\int[\sin 2\alpha\,d\alpha + \sin 2\beta\,d\beta] = a\sin(\alpha+\beta)\operatorname{cosin}(\alpha-\beta),\\ z &= -ia(\alpha-\beta). \end{aligned}$$

Es ist dies eine Rotationsfläche, bei der in den Formeln (38 b) $F_1(\alpha-\beta) = a\operatorname{cosin}(\alpha-\beta)$ gesetzt ist, wenn man noch x mit $-x$ vertauscht, und folglich $\Phi' = -ia$; die Gleichung der Meridiankurven ist

$$x^2 + y^2 = a^2\operatorname{cosin}^2(\alpha-\beta)$$

also:

$$r = \frac{a}{2}\left(e^{\frac{z}{a}} + e^{\frac{z}{a}}\right):$$

die Rotationsfläche der Kettenlinie. Die allgemeinsten Biegungsflächen des Katenoids sind daher durch die Gleichungen (98) dargestellt, wenn man in (97) A durch $-ia\alpha$, B durch $ia\beta$ ersetzt.

Die Biegungsflächen des Katenoids sind bekanntlich die Evolutenflächen der Flächen konstanter mittlerer Krümmung und der Flächen von negativem konstantem Krümmungsmaße (vgl. § 13).

§ 13. Die Biegungsflächen der Kugel.

Hier ist nach (52), $\lambda = \frac{\pi}{2} - 2\beta$, $\mu = \frac{\pi}{2} - 2\alpha$, $W = i\,\mathrm{tg}\,(\alpha - \beta)$. Die Differentialgleichung (82) wird:

$$\frac{\partial R}{\partial \beta} - \frac{\partial R'}{\partial \alpha} - 2\,(R + R')\,\mathrm{tg}\,(\alpha - \beta) = 0\,,$$

also wenn $R = G\,(\alpha, \beta)$ beliebig gegeben ist:

$$\frac{\partial R'}{\partial \alpha} + 2\,R' \cdot \mathrm{tg}\,(\alpha - \beta) = G_\beta - 2\,G \cdot \mathrm{tg}\,(\alpha - \beta)\,,$$

woraus R' durch Quadratur bestimmt wird. Um symmetrisch zu verfahren, und um sogleich R' zu R konjugiert zu finden, geht man von (82b) aus; man hat

$$R = U + i\,V, \qquad R' = U - i\,V$$

zu setzen; dann ergibt sich:

$$\frac{\partial U}{\partial \beta} - \frac{\partial U}{\partial \alpha} + i\left(\frac{\partial V}{\partial \beta} + \frac{\partial V}{\partial \alpha}\right) - 2\,U \cdot \mathrm{tg}\,(\alpha - \beta) = 0\,.$$

Hieraus bestimmt sich U, wenn V beliebig gegeben ist, oder umgekehrt. Nimmt man z. B. $V = 0$, so kann U gleich einer Funktion $f\,(\alpha - \beta)$ von dem einen Argumente $\alpha - \beta$ werden; und f bestimmt sich durch die Bedingung:

$$f'\,(\alpha - \beta) + f \cdot \mathrm{tg}\,(\alpha - \beta) = 0\,,$$

also $f = C \cos\,(\alpha - \beta)$, wo C eine Konstante bezeichnet. Wählt man $U = 0$, so bleibt nur die Bedingung $V_\alpha + V_\beta = 0$, d. h. V kann eine beliebige Funktion $f\,(\alpha - \beta)$ werden.

Die schon in § 6 behandelten Rotationsflächen konstanter Krümmung erhalten wir nach der allgemeinen Methode des § 9 in folgender Weise: Die Kugel mit Radius 1 sei durch die Gleichungen (51), d. h.

$$x = \frac{\cos\,(\alpha + \beta)}{\cos\,(\alpha - \beta)}, \qquad y = \frac{\sin\,(\alpha + \beta)}{\cos\,(\alpha - \beta)}, \qquad z = i\,\mathrm{tg}\,(\alpha - \beta)$$

dargestellt, so daß: $\lambda = \frac{\pi}{2} - 2\beta$, $\mu = \frac{\pi}{2} - 2\alpha$, $\omega' = \frac{1}{2}(\lambda - \mu) = \alpha - \beta$. Bedeutet a eine Konstante, und setzt man

$$u = \frac{\alpha + \beta}{a}, \qquad v = \alpha - \beta\,,$$

so war nach § 6 die zugehörige Rotationsfläche:

$$x_1 = a\,\frac{\cos u}{\cos v}, \quad y_1 = a\,\frac{\sin u}{\cos v}, \quad z_1 = i\int \sqrt{a^2 + (1 - a^2)\cos^2 v}\,\frac{d\,v}{\cos^2 v}$$

und es soll sein:

$$\frac{\partial x_1}{\partial a} = \frac{\operatorname{cosin} u \cdot \sin v - a \cdot \sin u \cdot \operatorname{cosin} v}{\operatorname{cosin}^2 v} = R \operatorname{cosin} \Phi \cdot \frac{\partial z}{\partial a} = R \operatorname{cosin} \Phi \cdot \frac{i}{\operatorname{cosin}^2 v},$$

$$\frac{\partial y_1}{\partial a} = \frac{a \cdot \operatorname{cosin} u \cdot \operatorname{cosin} v + \sin u \cdot \sin v}{\operatorname{cosin}^2 v} = R \sin \Phi \cdot \frac{\partial z}{\partial a} = R \sin \Phi \cdot \frac{i}{\operatorname{cosin}^2 v},$$

$$\frac{\partial z_1}{\partial a} = \frac{i}{\operatorname{cosin}^2 v} \sqrt{a^2 + (1-a^2) \sin^2 v} = i R \frac{\partial z}{\partial a} = -R \frac{1}{\operatorname{cosin}^2 v}.$$

Aus den ersten beiden Gleichungen folgt:

$$\text{(94)} \qquad \operatorname{tg} \Phi = \frac{a + \operatorname{tg} u \cdot \operatorname{tg} v}{\operatorname{tg} v - a \operatorname{tg} u}, \qquad -R^2 = a^2 + (1-a^2) \operatorname{cosin}^2 v,$$

und letzterer Wert stimmt mit der dritten Gleichung überein, so daß

$$R = -i\sqrt{a^2 + (1-a^2) \operatorname{cosin}^2 v}, \quad R' = i\sqrt{a^2 + (1-a^2) \operatorname{cosin}^2 v}, \quad r^2 = a^2 + (1-a^2) \operatorname{cosin}^2 v.$$

Es ist jetzt $\mathfrak{W}' = \frac{1}{2}(\Phi - \Psi)$ aus der Gleichung (82), d. h.

$$\sqrt{a^2 + (1-a^2) \operatorname{cosin}^2 v} \cdot \operatorname{cosin} \mathfrak{W}' = \operatorname{cosin}(\alpha - \beta) = \operatorname{cosin} v$$

zu berechnen, und es ergibt sich

$$\operatorname{cotg} \mathfrak{W}' = \frac{1}{a} \operatorname{cotg} v.$$

Ferner findet man aus der ersten Gleichung (94) durch Differentiation:

$$\Phi_a = \frac{a^2 - 1}{a} \frac{\operatorname{cosin}^2 v}{a^2 + (1-a^2) \sin^2 v}.$$

Nach den allgemeinen Formeln (79) soll man haben, (da $\lambda_a = 0$):

$$\Phi_a = \frac{\partial \lg R}{\partial a} \cdot \operatorname{cotg} \mathfrak{W}',$$

und beide Resultate stimmen in der Tat vollkommen überein.

Die Bestimmung aller Flächen konstanter Krümmung führt man bekanntlich sonst auf die Differentialgleichung

$$\text{(94 a)} \qquad \frac{\partial^2 \omega}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial v^2} = \sin \omega$$

zurück, wo u, v die Parameter der Krümmungslinien bedeuten. Um die Koordinaten der Flächenpunkte zu finden, hat man dann noch ein System von gewöhnlichen Differentialgleichungen zu integrieren. Es hängen dann E und G einfach von ω ab und es ist $F = 0$. Jenes System liefert zunächst die Richtungscosinus der Normalen und aus ihnen findet man x, y, z durch Quadraturen. Die Integration der Gleichung (94 a) hätte nun so zu erfolgen, daß man zuerst die Differentialgleichung der Krümmungskurven auf der Fläche (83) löst und dann E, G durch u, v ausdrückt.

Auf die Gleichung (94 a) führt man nach Enneper[1]) auch die Bestimmung derjenigen Flächen zurück, die sich so biegen lassen, daß Krümmungslinien in Krümmungslinien übergehen.

[1]) Math. Annalen, Bd. 2, 1870; vgl. auch Bonnet, Journal de l'Ecole polytechnique, cah. 42 und Adam, Bulletin de la Société mathématique, t. 23, S. 195.

§ 14. Unendlich kleine Verbiegungen.

Die in § 9 gegebene allgemeine Lösung des Problems der Biegung gibt auch von selbst die Lösung des Problems der unendlich kleinen Biegungen einer Fläche. Zu dem Zwecke haben wir zu setzen:

$$x_1 = x + \varepsilon\xi, \qquad y_1 = y + \varepsilon\eta, \qquad z_1 = z + \varepsilon\zeta,$$
$$\Phi = \lambda + \varepsilon\Lambda, \qquad \Psi = \mu + \varepsilon M, \qquad R = i + \varepsilon Q, \qquad R' = -i + \varepsilon Q',$$

und erhalten dann an Stelle der obigen mit gleichen Nummern bezeichneten Gleichungen:

$$(76^*) \qquad \Lambda - M = i(Q' - Q)\operatorname{cotg}\frac{\lambda-\mu}{2},$$

$$M_\alpha \cdot \operatorname{tg}\omega' + \frac{\Lambda - M}{2}\frac{\mu_\alpha}{\operatorname{cosin}^2\omega'} = i\,Q'_\alpha,$$

$$(79^*) \qquad M_\beta \cdot \operatorname{tg}\omega' + \frac{\Lambda - M}{2}\frac{\mu_\beta}{\operatorname{cosin}^2\omega'} = i\,Q'_\beta,$$

$$\Lambda_\alpha \cdot \operatorname{tg}\omega' + \frac{\Lambda - M}{2}\frac{\lambda_\alpha}{\operatorname{cosin}^2\omega'} = -i\,Q_\alpha,$$

$$\Lambda_\beta \cdot \operatorname{tg}\omega' + \frac{\Lambda - M}{2}\frac{\lambda_\beta}{\operatorname{cosin}^2\omega'} = -i\,Q_\beta,$$

$$(82^*) \qquad W_\alpha Q_\beta + W_\beta Q'_\alpha + W_{\alpha\beta}(Q + Q') = 0.$$

Die Funktionen Q und Q' sind also an dieselbe Bedingung gebunden, wie oben die Funktionen R und R'. Aus ihnen findet man $\Lambda - M$ und dann aus (79*) durch Quadraturen die Funktionen Λ und M. So ergibt sich

$$(95) \qquad \begin{aligned} \xi &= \int[(Q\operatorname{cosin}\lambda - i\Lambda\cdot\sin\lambda)W_\alpha d\alpha + (Q'\operatorname{cosin}\mu + iM\sin\mu)W_\beta d\beta], \\ \eta &= \int[(Q\sin\lambda + i\Lambda\cdot\operatorname{cosin}\lambda)W_\alpha d\alpha + (Q'\sin\mu - iM\operatorname{cosin}\mu)W_\beta d\beta], \\ \zeta &= i\int[(Q\,W_\alpha d\alpha - Q'\,W_\beta d\beta]. \end{aligned}$$

Sind p und q die Parameter der Haupttangentenkurven, so wird das Problem sonst zurückgeführt auf eine Differentialgleichung der Form[1]):

$$(96) \qquad \frac{\partial^2\Theta}{\partial p\,\partial q} = k\cdot\Theta,$$

wo k eine bekannte Funktion von p, q bedeutet, welche sich aus der Gleichung

$$\frac{\partial^2\sqrt{K}}{\partial p\,\partial q} = (k+f)\sqrt{K}$$

bestimmt, wenn f die betr. Fundamentalgröße des sphärischen Bildes der gegebenen Fläche bezeichnet und K durch die Relation

$$\frac{\partial x}{\partial p}\frac{\partial x}{\partial q} + \frac{\partial y}{\partial p}\frac{\partial y}{\partial q} + \frac{\partial z}{\partial p}\frac{\partial z}{\partial q} = -K^2\cdot f$$

bestimmt wird. Auch die allgemeine Lösung der Gleichung (96) ist durch die vorstehenden Entwicklungen auf Quadraturen zurückgeführt, sobald die Differentialgleichung der Minimalkurven integriert ist.

---

[1]) Vgl. Darboux, Théorie générale des surfaces, tom. IV, S. 19 ff., sowie eine Abhandlung des Verfassers, die am 2. Juli der bayer. Akademie mitgeteilt wurde und in den Sitzungsberichten erscheinen wird.

§ 15. Die Weingarten'schen Flächen.

Als Weingarten'sche Flächen bezeichne ich diejenigen, zwischen deren Krümmungsradien ϱ, ϱ' eine Relation besteht. Stellt man diese mit Weingarten in der Form

$$\varrho = \Theta(k), \qquad \varrho' = \Theta(k) - k \cdot \Theta'(k)$$

dar, so wird bekanntlich das Quadrat des Linienelementes der einen Schale der Krümmungszentra-Fläche in der Form

$$ds_1^2 = \Theta'(k)^2 \, dk^2 + k^2 \, d\varphi^2$$

erhalten, und diese Form entspricht nach (38a) der Rotationsfläche

$$(97) \qquad x = r \cos\varphi, \qquad y = r \sin\varphi, \qquad z = f(r),$$

wenn

$$k = r, \qquad 1 + f'(r)^2 = \Theta'(k)^2$$

gemacht wird. Alle zugehörigen Evolutenflächen sind so auf eine durch die Funktion $\Theta(k)$ oder $f(r)$ bestimmte Rotationsfläche abwickelbar. Umgekehrt werden alle Weingarten'schen Flächen aus den Biegungsflächen der Rotationsflächen als Evolventenflächen in bekannter Weise erhalten.

Sind u und v die Parameter der Krümmungslinien einer Weingarten'schen Fläche, so muß die partielle Gleichung zweiter Ordnung

$$(98) \qquad \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{k\Theta''}{\Theta'^2}\frac{\partial k}{\partial u}\right) + \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\Theta'}{k^2}\frac{\partial k}{\partial v}\right) = \frac{1}{k\Theta'}$$

integriert werden, um k als Funktion von u und v zu bestimmen; und dann ergeben sich die Koordinaten der Punkte der Weingarten'schen Fläche durch Quadraturen.

Da man nach § 9 alle Biegungsflächen der Fläche (97) kennt, so ist auch die Integration der Gleichung (98) auf Quadraturen zurückgeführt, sobald man noch u, v durch α, β ausgedrückt hat. Die geodätische Linie $\varphi = \text{Const.}$ der benutzten Biegungsfläche gibt dabei direkt eine Krümmungslinie der abgeleiteten Evolventenfläche; die andere Krümmungslinie wird durch die andere Schale der Evolutenfläche geliefert.

Für Rotationsflächen ist in (82b) nach § 5 die Funktion W durch die Funktion $\Phi(\alpha-\beta)$ zu ersetzen, die wir hier (um eine Verwechslung mit der in § 9 gebrauchten Funktion Φ zu vermeiden) $\chi(\alpha-\beta)$ nennen wollen. So erhalten wir aus (82b)

$$\chi'(\alpha-\beta)\,[U_\beta - U_\alpha - i\,(V_\beta + V_\alpha)] - 2\,U\chi''(\alpha-\beta) = 0,$$

oder, wenn wir die neuen Variabeln

$$u = \alpha + \beta, \qquad iv = \alpha - \beta$$

einführen:

$$\frac{\partial U}{\partial v} + \frac{\partial V}{\partial u} - iU\frac{\chi''}{\chi'} = 0,$$

also, wenn U willkürlich gegeben wird:

$$V = \int\left(iU\frac{\chi''}{\chi'} - \frac{\partial U}{\partial v}\right) du,$$

oder, da χ'' eine Funktion von v allein ist, wenn $\mathfrak{U} = \int U\,du$ gesetzt wird:

$$V = i\frac{\chi''}{\chi'}\cdot\mathfrak{U} - \frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial v},\qquad R = \frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial u} - i\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial v} - \frac{\chi''}{\chi'}\mathfrak{U},\qquad R' = \frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial u} + i\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial v} + \frac{\chi''}{\chi'}\mathfrak{U}.$$

Es wird also: $\qquad z_1 = \int [R\chi'\,d\alpha + R'\chi'\,d\beta]$

$$= \int\left[\left(\chi'\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial u} - i\chi'\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial v} - \chi''\mathfrak{U}\right)d\alpha + \left(\chi'\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial u} + i\chi'\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial v} + \chi''\mathfrak{U}\right)d\beta\right],$$

oder, wenn man du und dv einführt:

$$z_1 = \chi'\int\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial u}\,du + \int\chi'\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial v}\,dv - i\int\chi''\mathfrak{U}\,dv$$

und durch partielle Integration:

$$z_1 = 2\int\chi'(iv)\cdot\frac{\partial\mathfrak{U}}{\partial v}\,dv,$$

wo nun $\mathfrak{U}$ eine willkürliche reelle Funktion von α, β bezeichnet.

Das Rotationsparaboloid wird durch die Gleichungen

$$x = 2p\psi(\alpha-\beta)\cos(\alpha+\beta),\qquad y = 2p\cdot\psi(\alpha-\beta)\sin(\alpha+\beta),$$
$$z = 2p\psi(\alpha-\beta)^2$$

dargestellt, wo die Funktion ψ so zu bestimmen ist, daß die Gleichung

$$F_1^2 + F_1'^2 + \Phi'^2 = 0$$

erfüllt wird für $F_1 = 2p\psi$, $\Phi = 2p\psi^2$; so ergibt sich:

$$\psi(\alpha-\beta) = \frac{1}{2}\operatorname{tg}\vartheta,\quad\text{und}\quad \alpha-\beta = \frac{1}{2}\frac{1}{\cos\vartheta} - \frac{1}{2}\lg\left(\operatorname{tg}\frac{\vartheta}{2}\right).$$

Für die auf diese Fläche abwickelbaren Flächen scheinen sich keine einfacheren Resultate zu ergeben; zur Ableitung der von Darboux entdeckten geometrischen Eigenschaften dieser von Weingarten zuerst behandelten Flächen scheinen die Minimalkurven kein geeignetes Hilfsmittel zu geben.

Zusätze: S. 9. Die Gleichung (27) soll lauten:

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{2D'}{iF^2} = \frac{-2iW_\alpha\lambda_\beta}{F} = \frac{2iW_\beta\mu_\alpha}{F} = \frac{-2iW_{\alpha\beta}}{\sin\omega\cdot W_\alpha W_\beta}.$$

Die Gleichung (25) läßt sich auch schreiben: $W_\beta\lambda_\beta\,d\beta^2 - W_\alpha\lambda_\alpha\,d\alpha^2 = 0$. Von den drei Tangentenpaaren der Kurven (25), (26) und der Kurven $d\beta^2 - d\alpha^2 = 0$ ist also jedes zu den beiden anderen harmonisch; vergl. Scheffers, Einführung in die Theorie der Flächen, Leipzig 1905, S. 215 f.

S. 23 Z. 7 v. o. lies $\frac{\partial W_1}{\partial a}$ statt $\frac{\partial W_1}{\partial a}$.

S. 24 Z. 3 v. o. „ $\alpha+\beta$ „ $a+\beta$.

S. 28 ist die Nummer (81a) zu streichen.

Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 4. Abhandlung

Die Hipparionenfauna von Veles in Mazedonien

von

Max Schlosser

Mit 2 Tafeln

München 1921
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Eines der wenigen erfreulichen Dinge, welche der furchtbare Weltkrieg im Gefolge hatte, war die Möglichkeit, an manchen Orten, die sonst der wissenschaftlichen Erforschung wohl noch für lange Zeit oder vielleicht für immer entgangen wären, durch Anlage von Verkehrsmitteln und durch Gewinnung von Baumaterialien Aufschlüsse zu schaffen, welche unsere geologischen Kenntnisse öfters nicht unwesentlich bereichert haben. Einem solchen glücklichen Zufall haben wir es auch zu verdanken, daß ein neuer und wie es scheint auch sehr reicher Fundplatz von Säugetierresten der Pikermifauna entdeckt wurde und zwar bei Veles (Köprülii) in Mazedonien, am Oberlaufe des Wardar.

Der glückliche Finder war Herr Dipl.-Ing. E. Jungmann in Fürth i. B., der als Kommandant eines Kriegsgefangenen-Arbeiterbataillons in der Nähe dieser Stadt eine Sandgrube anzulegen und auszubeuten hatte, in einem Gebiete, wo selbst ein Fachmann schwerlich auf den Gedanken gekommen wäre, in den im Tale liegenden Sanden nach Säugetierresten zu suchen. Es war also ein sehr glücklicher Zufall, daß mit der Leitung der Sandgewinnung Herr Hauptmann Jungmann beauftragt wurde, der schon in früherer Zeit der Naturwissenschaft und namentlich der Geologie und Paläontologie lebhaftes Interesse bewiesen hatte. Er erkannte sofort den Wert seiner Entdeckung und ihm allein ist es zu verdanken, daß wenigstens ein Teil der Funde für die Wissenschaft gerettet wurde. Später führten dienstliche Geschäfte allerdings auch Herrn Professor Dr. Koßmat vorübergehend in diese Gegend, dessen Rat und Sachkenntnis der Ausgrabung natürlich sehr nützlich war, jedoch konnte gerade dieses später gesammelte Material nicht mehr hieher transportiert werden und ging überdies bei dem Brand im Bahnhof Nisch zu Grunde. Beiden Herren sei an dieser Stelle mein herzlichster Dank ausgesprochen, Herrn Professor Dr. Koßmat für seine gütigen Bemühungen, mir das Material zur Bearbeitung zu verschaffen und Herrn Dipl.-Ing. E. Jungmann für die wertvolle Schenkung an die Münchener Paläontologische Sammlung des Staates, nicht minder auch für die Vermittlung der von ihm dem naturhistorischen Verein in Nürnberg geschenkten Mastodonreste, besonders aber für die finanzielle Ermöglichung des Druckes dieser Arbeit.

Die Sendung — 7 Kisten — traf Anfang Dezember ein. Die von mir selbst vorgenommene Präparation — mit Ausnahme der Rhinozeros-Schädel — und Beschreibung der Tierreste war Anfang März beendet.

Was das Vorkommen und den Erhaltungszustand der fossilen Säugetierreste an der neuen Fundstätte Veles betrifft, so kann sie sicher mit mancher schon lange bekannten, z. B. mit Mont Lébéron ganz gut konkurrieren, sowohl in der Häufigkeit als auch in der Vollständigkeit der hier begrabenen Knochen und Kiefer. Abgeriebene Stücke scheinen

nur ausnahmsweise vorhanden zu sein. Die Knochen haben eine weiße oder hellbraune, die Zähne, wenigstens die kleineren, eine gelbliche oder graue Farbe. Die Knochen sind durchwegs sehr fest, aber leider sehr häufig so innig mit der umhüllenden Gesteinsmaße verwachsen, daß es schwer hält, sie unbeschädigt freizulegen. In der Regel bleibt die äußerste Schicht des Knochens als dünne Lamelle am Gestein hängen. So verhielt sich wenigstens der größte Teil des mir vorliegenden, vollkommen ausgetrockneten Materials. Frisch ausgegrabene, noch bergfeuchte Stücke dürften sich jedoch wohl viel leichter aus ihrer Umhüllung losschälen. Die Knochen bestehen nach der von Dr. Laubmann vorgenommenen Untersuchung aus Phosphorit und etwas kohlensauren Kalk. Sie liegen in einem hellgrauen, feinkörnigen, glimmerreichen, zirkonhaltigem und sehr fest zusammengebackenem Sand, der aus Detritus von Granit entstanden ist. Öfters bemerkt man in der Nähe des Knochens schwarze Pünktchen, die aus verrostetem Eisenoxyd bestehen, auch ist der Sand unmittelbar an den Knochen viel reicher an kohlensaurem Kalk. Es hat den Anschein, als ob die Bildung dieses Kalküberzuges und die Verfestigung des Sandes unmittelbar an den Knochen durch chemische und physikalische Vorgänge bei Verwesung der Muskeln und des Bindegewebes, besonders aber des Periosts und der Sehnen bedingt war. Es würde sich vielleicht verlohnen, an rezentem Material experimentelle Untersuchungen über solche Prozesse vorzunehmen.

Wenn auch die Säugetierführenden Schichten von Veles in der Hauptsache aus feinkörnigen fest verkitteten Sanden bestehen, so dürften doch auch Lagen von größerem Gesteinsmaterial keineswegs fehlen, denn an dem mir vorliegenden Dinotheriumknochen und den Mastodonkiefern kleben statt des grauen Sandsteins rein weiße noch etwas eckige Quarzkörnchen von 3—5 und manchmal sogar 10 cm Durchmesser, es scheint also wenigstens eine Konglomeratbank vorhanden zu sein. Die überwiegende Mehrzahl der Tierreste stammt jedoch, wie ich aus einem Briefe von Herrn Professor Dr. F. Koßmat entnehme, von einer einzigen Stelle. Das Gestein ist daselbst ein mürber, glimmeriger Sandstein und mergeliger Sand. Die Anhäufung der Knochen erklärt Herr Professor Dr. Koßmat in der Weise, daß in einem ruhigen Winkel des breiten jungtertiären Flußbettes, das hier von Westen her in das große Hauptbecken einmündete, die Skelettteile zusammengetriftet wurden. Die Hangendschichten bestehen aus lockeren Kiesen und Sanden.

Die Art der Ablagerung von Tierresten ist also hier eine ähnliche, wie bei Pikermi in Griechenland und am Mont Lébéron in der Vaucluse. Auch an diesen Lokalitäten beschränkt sich die Knochenführung auf wenige Lagen, auch hat dort ebenfalls eine solch seltsame Vermengung der Überreste der verschiedensten Arten stattgefunden. Schon Gaudry und Andere haben diese Art der Ablagerung auf die Wirkung von Wildbächen zurückgeführt, welche die Tiere auf beschränkte, anfangs noch von Wasser verschonte Plätze zusammendrängten, hier aber schließlich auch erreichten und mitfortrissen, wobei die Kadaver der ertrunkenen Tiere an Felsblöcken zerschellten, die langen Röhrenknochen häufig in der Mitte abbrachen und oft noch weiter zersplitterten, so daß sie zuletzt nur mehr als Trümmer zum Absatz gelangten.

Wie ich von Herrn Prof. Dr. K. Leuchs erfuhr, ist die Gegend von Veles auch heutzutage nicht allzu selten der Schauplatz von verheerenden Wolkenbrüchen und in deren Gefolge von reißenden Wildbächen und Überschwemmungen. Daß die Ansammlung der Säugetierreste gleichfalls auf einzelne Katastrophen von kurzer Zeitdauer zurückgeführt

werden muß, geht auch unzweifelhaft daraus hervor, daß die zahlreichen Fohlen von Hipparion mit nur einer Ausnahme und die „Überläufer" von Sus erymanthius sämtlich das gleiche Entwicklungsstadium des Gebisses aufweisen. Hipparion eignet sich nun freilich weniger für die Altersbestimmung aus Gründen, die ich bei Besprechung seiner Überreste darlegen werde, dagegen scheinen die Gebißverhältnisse von Ictitherium, Sus erymanthius, Tragocerus und Protragelaphus dafür zu sprechen, daß die Vernichtung dieser Tiere im Herbst, etwa im Oktober erfolgte.

Wie ich bereits bemerkte, dürfte die Lokalität Veles wenigstens an Häufigkeit der Tierreste kaum hinter den schon länger bekannten Fundstellen zurückstehen, nur von Pikermi, vielleicht auch von Samos wird sie hierin übertroffen. Sie hat mit den beiden eben genannten Fundplätzen auch das gemein, daß öfters noch größere Partien ein und desselben Skelettes beisammen liegen oder sogar noch in natürlichem Zusammenhang, aber wie sich bei der Präparation zeigte, dicht aneinander geklappt, so z. B. Humerus an Radius, Femur an Tibia gepreßt.

Auch größere Wirbelpartien, wie von Helladotherium, kommen anscheinend vor. In der Regel ist freilich das Skelett ein und desselben Individuums weit verstreut und mit Knochen und Kiefern und selbst mit isolierten Zähnen der verschiedensten Gattungen vermengt worden, wobei Schädel und Extremitätenknochen von Riesenformen, wie Rhinozeros und des Chalicotheriiden Nestoritherium gleichsam einen Wall bildeten, vor welchem sich oft sogar in bunter Mischung die Kiefer und Knochen von Hipparion und von Antilopen anstauten und so vor weiterer Wegschwemmung gesichert blieben. So fand sich in einem Block von etwa 30 cbcm das Unterende eines Femurs von Nestoritherium und dicht daran ein Fragment eines Calcaneum von Helladotherium nebst einem Metacarpale von Rhinozeros, ein zerbrochenes Metacarpale von Hipparion, ferner die beiden Unterkiefer eines Ictitherium, dessen rechtsseitige Molaren aus den Alveolen gefallen und 1 cm davon im Gestein eingebettet waren, und die Unterkiefer und das Tibiafragment einer Gazelle. Aus einem zweiten Block konnte ich zwei Unterkiefer von Tragocerus, das Oberende eines Femur und ein mittleres und ein seitliches Metapodium von Hipparion herauspräparieren. Ein Block von 20 cm Länge und 10 cm Dicke und Breite enthielt das Humerusunterende und Radius und Ulna sowie den Carpus von Tragocerus und ein Unterkieferfragment und einen Hornzapfen von Gazella. Die reichste Ausbeute ergab jedoch das den vollständigen Rhinozeros-Schädel umhüllende Gestein, ein Block von etwa 60 cm Länge, 40 cm Breite und 40 cm Höhe. Dicht an diesem Schädel lagen hier von Hipparion Scapula und eine Beckenhälfte, verschiedene Trümmer von Extremitätenknochen, ein vollständiger Hinterfuß-Tarsus und Metatarsalien —, von denen jedoch die Unterenden schon abgebrochen waren, die untere Hälfte einer Tibia, ein isoliertes Metatarsale IV, eine Phalange, je ein loser oberer und unterer Molar, fünf Schneidezähne, ferner ein Vogelkranium, beide Unterkiefer eines Hipparion-Fohlens, ein Oberkiefer von Tragocerus und von Machairodus, dann etwa 5 cm weiter entfernt die beiden Unterkiefer eines jungen Protagelaphus und der Unterkiefer von Camelopardalis sowie ein Oberkiefer eines alten und ein solcher eines jungen Tragocerus. Dagegen war die Gesteinsumhüllung des zweiten Rhinozeros-Schädels frei von Säugetierresten, abgesehen von einem Hipparion-Unterkieferfragmente.

Mesopithecus Pentelici *Wagner.*

Gaudry A. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. Paris 1862, p. 18 pl. I—V (pl. II, 6, pl. IV, 6).

Kórmos Th. Der pliocäne Knochenfund von Polgárdi, Földtani Közlöny. Budapest 1911, p. 181.

Pethö J. Über die fossilen Säugetierreste von Baltavár. Jahrber. der K. ungar. geolog. Anstalt 1884, p. 458.

Der einzige von Veles stammende Primatenrest ist die obere Hälfte eines linken Femur, das jedoch wieder in zwei Stücke zerbrochen war. Das kleinere bestand aus Caput und Collum, das größere aus dem kleinen Trochanter und der Diaphyse. Diese beiden Bruchstücke passen fast genau an einander. Leider fehlt der so wichtige große Trochanter. Immerhin genügt diese Femurhälfte vollkommen, um die Zugehörigkeit zur Gattung Mesopithecus mit Sicherheit festzustellen, denn in den einzelnen Charakteren, Form und Lage des kleinen Trochanters, Richtung desselben zum Caput, stimmt dieses Femur auf das Genaueste überein mit den drei mir vorliegenden Oberschenkelknochen des Mesopithecus Pentelici von Pikermi.

Wie bei diesen ist auch hier das Caput viel mehr nach innen als nach aufwärts gerichtet, die Fossa capitis bildet einen horizontalen, ziemlich langen Schlitz. Der Ansatz des großen Trochanters ist durch eine stumpfe Crista mit dem kleinen Trochanter verbunden. An dem letzteren verdient eine facettenartig ausgebildete, elliptische, fast senkrecht gestellte, genau nach innen schauende Ansatzstelle des Musculus psoas major iliacus besondere Erwähnung. Der kleine Trochanter stellt eine niedrige, wenig vorspringende, von vorne nach hinten komprimierte Pyramide dar. Der Querschnitt der Diaphyse ist in der oberen Femurhälfte nahezu kreisrund. Labium mediale und laterale sind im oberen Teil sehr undeutlich ausgeprägt, sie werden erst gegen die Mitte der Diaphyse gut sichtbar und verlaufen von da an parallel und dicht neben einander.

Daß dieses Femur beträchtliche Länge besessen haben muß, geht aus dem Durchmesser des Caput von 20 mm mit Sicherheit hervor. Leider gibt Gaudry nur eine Hinteransicht der distalen Femurpartie, auch ist seine Beschreibung des Femur überhaupt so dürftig, daß sie für unsere Zwecke fast gänzlich unbrauchbar wird. Auch die Maßangaben könnten sehr viel vollständiger sein. Es wird nur die Länge und statt des so wichtigen Durchmessers in der Mitte der Diaphyse der Umfang angegeben. Die Maßzahlen der von Gaudry untersuchten Oberschenkel und der mir von Pikermi und Veles vorliegenden Stücke sind für Länge, Umfang in Mitte der Diaphyse (UD), Durchmesser derselben (DD) und Durchmesser des Caput (DC) folgende:

Gaudry Orig. ♂ Femur Länge = 192 mm. UD = 43 mm. DD nach Figur = 14,5 mm. DC nach Figur = 19 mm.

Gaudry Orig. ♀ Femur Länge = 166 mm. UD = 37 mm. DD nach Figur = 14,0 mm. DC nach Figur = 18 mm.

Münchner Sammlung A:	Länge = 170? mm.	UD = 40 mm.	DD = 12,5 mm.	DC = 16,0 mm.
„ „ B:	Länge = 171? mm.	UD = 38 mm.	DD = 12,0 mm.	DC = 17,0 mm.
„ „ C:	Länge = 156? mm.	UD = 38 mm.	DD = 12,0 mm.	DC = 15,5 mm.
Femur von Veles:	Länge = 210? mm.	UD = 46 mm.	DD = 16,0 mm.	DC = 20,5 mm.

Die Länge der unvollständigen Exemplare wurde aus dem Durchmesser des Caput berechnet, die des Femur von Veles außerdem auch noch nach dem Durchmesser in Mitte der Diaphyse.

Unter den lebenden Affen stehen Semnopithecus und Macacus nach den Untersuchungen Gaudry's der Gattung Mesopithecus am nächsten und zwar die erstere im Gesamthabitus, die letztere unterscheidet sich durch ihren plumperen Bau und die Schwanzlosigkeit. Jedoch haben die einzelnen Knochen in ihren Einzelheiten mit jenen von Mesopithecus mehr Ähnlichkeit als die viel schlankeren der Gattung Semnopithecus, namentlich gilt dies von dem uns in erster Linie interessierenden Femur. Er ist zwar im Verhältnis dicker und kürzer, aber die Labien haben hier einen sehr ähnlichen Verlauf wie bei Mesopithecus. Sie bleiben bis unterhalb der Mitte der Diaphyse parallel und dicht beisammen. An dem verhältnismäßig viel längerem und schlankerem Femur von Semnopithecus rücken sie, schon näher dem Trochanter minor, viel weiter auseinander.

Die von mir untersuchten Semnopithecus maurus (S) und Macacus cynomolgus (M) messen am Femur:

S Länge des Femur = 190 mm. Durchmesser in Mitte der Diaphyse = 10,5 mm.
Durchmesser des Caput = 15 mm.

M Länge des Femur = 156 mm. Durchmesser in Mitte der Diaphyse = 11 mm.
Durchmesser des Caput = 13,5 mm.

Was die fossilen Affen betrifft, so sind Oberschenkelknochen außer von Mesopithecus nur von Dolichopithecus[1]) aus dem Mittelpliocän von Rousillon und von Dryopithecus[2]) aus dem Unterpliocän von Eppelsheim bekannt. Der Letztere kommt für uns, weil sicher von einem Anthropomorphen stammend überhaupt nicht weiter in Betracht, da es sich bei dem Oberschenkel von Veles offenbar um den von Mesopithecus, also eines Cynopithecinen handelt. Das Femur des Dolichopithecus gehört einem Affen an, der erheblich größer als Mesopithecus von Pikermi und überdies viel plumper war. Bei 220 mm Länge hat es in der Mitte der Diaphyse einen Durchmesser von etwa 21 mm respt. 17 mm. Der größte Durchmesser des Caput dürfte 24 mm, bzw. 25 mm betragen. Leider gibt auch Depéret keine Hinteransicht dieser Knochen, doch genügen schon die beiden Figuren, um die große Verschiedenheit gegenüber Mesopithecus erkennen zu lassen.

---

[1]) Depéret, Animaux pliocènes de Roussillon. Mem. de la Société de Géologie de France 1890. T. I p. 11, pl. I, pl. II Fig. 1—4. T. III, pl. II Fig. 7.

[2]) Kaup J. J., Beiträge zur näheren Kenntnis der urweltlichen Säugetiere. V. Heft. Darmstadt 1861, p. 1, Tab. I, Fig. 3.

Von dem von v. Stromer beschriebenen Libypithecus[1]) sind keine Knochen bekannt. Er kommt daher auch abgesehen von seinem Fundort — Natrun-Tal Ägypten — und seinem etwas geringeren geologischen Alter für uns nicht weiter in Betracht. Dagegen möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß Mesopithecus nicht nur in Griechenland (Pikermi) gelebt hat, sondern wie der neue Fund beweist, auch in Mazedonien. Sein Verbreitungsgebiet reichte jedoch noch viel weiter nach Norden, denn man kennt schon seit geraumer Zeit zwei Kieferfragmente von Baltavár aus dem ungarischen Komitat Eisenburg und vor wenigen Jahren fand sich auch ein Backenzahn bei Polgárdi im Komitat Stuhlweissenburg.

Was die Zahl der Spezies der Gattung Mesopithecus betrifft, so hielt Wagner die Reste der größeren Form von Pikermi für eine von M. Pentelici verschiedene Art, die er deßhalb M. major nannte. Gaudry will hingegen nur Geschlechtsunterschiede erblicken und dürfte darin auch für die Mesopithecus Reste von Pikermi vollkommen Recht haben. Ob jedoch der dicke Oberschenkelknochen von Veles nicht doch auf eine besondere Art hinweist, möchte ich vorläufig weder bejahen, noch auch bestimmt verneinen. Es wird sich empfehlen vor einer solchen Entscheidung neue Funde abzuwarten.

Hinsichtlich der phylogenetischen Beziehungen der Gattung Mesopithecus wäre zu bemerken, daß wir weder ihren Vorläufer noch auch ihren etwaigen Nachkommen kennen, Libypithecus steht ihr jedenfalls noch am nächsten, er ist aber primitiver hinsichtlich seiner gestreckteren Schnauze und der geringeren Entwicklung der Gehirnhöhle. Noch viel weniger kann von einer näheren Verwandschaft zwischen Mesopithecus und Dolichopithecus die Rede sein.

Ictitherium robustum *Gaudry sp.*

Nordmann, Thalassictis, Paläontologie Südrußlands. Helsingfors 1858, p. 149, pl. V.

Gervais P., Palhyäna hipparionum. Zoologie et Paléontologie françaises. Paris 1859, p. 221, 242.

Gaudry A., Ictitherium robustum. Animaux fossiles et Géologie et l'Attique. Paris 1862, p. 52, pl. VII—X.

Kittl P., Beiträge zur Kenntnis der fossilen Säugetiere von Maragha. Carnivora. Annalen des naturhistorischen Hofmuseums. Wien 1887, Bd. II, p. 333, Taf. XV Fig. 3, Taf. XVIII Fig. 2—7.

Macquenem R. de, Contribution à l'étude du gisement de Vertébrés Maragha. Morgan Delegation en Perse. Ann. d. Hist. naturelle. Tome I. Paléontol. Paris 1900, p. 28.

Schlosser M. Die Säugethierreste aus den süddeutschen Bohnerzen. Geol. u. paläontol. Abhandlung von Koken. Jena 1902, p. 31 Taf. II Fig. 8—15.

Kórmos Th. Der Knochenfund von Polgardi. Földtani Közlöny. Budapest 1911. Bd. XLI, p. 182.

Schwarz E. Über einen Schädel von Palhyäna hipparionum. Archiv für Naturgeschichte. Berlin 1912, p. 69 Taf. I—III.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia du district Bender. Kischinew. 1914, p. 4 Tab. I Fig. 2.

---

[1]) Mitteilungen über Wirbeltierreste aus dem Mittelpliocän des Natron-Tales. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1913, p. 350, Taf. I, II.

Dieser für fast alle Hipparionfaunen so charakteristische Carnivore fehlt auch nicht bei Veles in Mazedonien. Er ist vertreten durch die beiden dicht beisammen gefundenen Unterkiefer eines jungen Individuums, das eben erst den Zahnwechsel beendet hatte und nach den Verhältnissen bei Canis, wo im fünften oder sechsten Monat der C erscheint, etwa sieben Monate alt war. Dieser Kiefer lag in einem Block, welcher in der Hauptsache aus dem Unterende eines Nestoritheriumfemur bestand. Sonderbarerweise waren die beiden M_2 und der linke M_1 aus ihren Alveolen gefallen und zugleich etwa einen Centimeter vom Kiefer entfernt im Gestein eingebettet. Die Zähne dieser beiden Kiefer zeichnen sich durch ihre Frische aus, nur das Talonid des M_1 hat bei der Präparation ein wenig gelitten, dagegen sind an dem P und an M_2 alle Zacken von seltener Schärfe.

Der rechte, vollständigere Unterkiefer enthält den C, P_{2-4} und M_1 und $_2$, auch konnte der Kieferknochen bis auf den obersten Teil des Coronoidfortsatzes wieder zusammengesetzt werden. Der linke Kieferast enthält nur mehr P_4, M_1 und M_2. In der Größe stimmen diese Kiefer ausgezeichnet überein mit dem Original Wagners von Ictitherium viverrinum[1]) (Unterkiefer und Schädel). Der Canin und P_3 und $_4$ gleichen vollkommen jenen des jugendlichen Kiefers,[2]) nur hat sich der C schon etwas weiter emporgeschoben, und P_2 besitzt einen ziemlich kräftigen vorderen Basaltwulst, der bei dem Kiefer von Pikermi fehlt. Ähnlich ist auch der von Hensel Thalassictis gracilis[3]) genannte Kiefer aus Pikermi, der einem schwachen, wohl weiblichen Individuum angehört. Die P_{2-3} haben sämtlich außer dem Hauptzacken (Protokonoid) einen an P_2 freilich noch sehr schwachen Vorderzacken (Parakonoid) und einen Hinterzacken (Metakonoid), P_3 und $_4$ außerdem noch einen hinteren Innenzacken (Tetartokonoid) und überdies noch ein am Hinterrande sehr kräftiges Basalband, welches an P_4 sogar einen besonderen Höcker, ähnlich dem Mesokonid des M_1 entwickelt. Das Talonid von M_1 ist sehr kompliziert. Es besteht aus einem kurzen aber schneidendem Hypokonoid, einem kleinen konischen Mesokonid und einem fast kegelförmigen, an der gegen die Talongrube abfallenden Seite abgeflachten Entokonid. An M_2 nimmt das hohe, mit dem niedrigen schneidenden Protokonid durch eine erhabene Kante verbundene Metakonid fast ein Drittel der ganzen Zahnoberfläche ein, und ähnlich verhält sich auch das ebenfalls auffallend kräftige Entokonid zu dem Hypokonid. Das Mesokonid ist fast vollständig in dem schneidenden Verbindungskamm zwischen Hypo- und Entokonid verborgen. Alle diese Höcker bilden zusammen eine ziemlich tiefe Grube.

Sehr nahe steht die auch mit Hipparion sehr oft vergesellschaftete Gattung Palhyaena, namentlich das Gebiß des Unterkiefers ist fast nicht zu unterscheiden von dem der Gattung Ictitherium, weshalb es sich auch leicht erklären läßt, daß beide sehr oft mit einander verwechselt werden. Im ganzen ist Palhyaena allerdings etwas größer, ihre Zähne sind plumper und die Nebenzacken und das Basalband viel weniger scharf ausgeprägt. Auch ist das Talonid des M_1 im Verhältnis etwas kleiner als bei Ictitherium. Der Hauptunterschied besteht jedoch in der Form und in der Größe des oberen M^2, bei Palhyaena fast zwei Drittel kleiner als M^1 und oval, bei Ictitherium

[1]) Abh. der Bayer. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Kl. Bd. VIII Tab. 4 Fig. 5.

[2]) Ibidem. Bd. VII Tab. VIII Fig. 3.

[3]) Ibidem. Bd. VII Tab. VIII Fig. 5. Monatsber. d. Berliner Akad. 1862, p. 566 Fig. 5.

noch mindestens halb so groß wie M^1 und gerundet dreieckig. Freilich ist durch diese Merkmale noch keineswegs der Beweis erbracht, daß wir es wirklich mit zwei verschiedenen Gattungen zu tun haben, denn durch individuelle Abweichungen dürfte sich die scheinbare Kluft zwischen beiden leicht überbrücken lassen.

Das typische Ictitherium robustum findet sich bei Pikermi, bei Veles und im Bohnerz von Melchingen, Palhyaena hipparionum auf Samos, bei Taraklia in Bessarabien, bei Maragha in Persien und bei Cucuron am Mont Lébéron (Vaucluse). Eine etwas größere Palhyaena lebte in China. Das Ictitherium von Polgárdi in Ungarn steht Palhyaena hipparionum sehr nahe in der schwachen Ausbildung des Basalbandes, hat aber an M_1 ein verhältnismässig großes Talonid.

Gaudry hielt Ictitherium für den Vorfahren der Gattung Hyaena, wobei als Zwischenform die Gattung Lycyaena (Hyaena chaeretis) in Betracht käme. Abgesehen von dem Umstand, daß alle drei gleichzeitig erscheinen, spricht gegen diese Annahme, auch die Organisation von Ictitherium (Palhyaena). Schwarz, der diese Gattungen eingehend studiert hat, kommt zu dem Ergebnis, „daß sie einen in Hyaenaartiger Richtung entwickelten Ausläufer der Viverriden darstellen und in die Familie der Viverridae eingereiht werden müssen. (Subfamilie Viverrinae.) Sie bilden nicht einmal eine eigene Unterfamilie, wie Trouessart meint".

Den Vorläufer von Ictitherium dürfen wir mit ziemlicher Berechtigung in Progenatta incerta[1]) aus dem Miocän von La Grive St. Alban, Isère suchen. Nachkommen scheint Ictitherium nicht hinterlassen zu haben.

Machairodus orientalis *Kittl.*

Kaup. Felis ogygia. Description d'ossements fossiles de mammifères. Darmstadt 1832. 1. Heft, p. 21, pl. II Fig. 3.

Köppen W. Das Kieferfragment einer fossilen Katze aus Eppelsheim. Paläontograph. Bd. XVII, 1867—70, p. 141.

Kittl E. Felis orientalis. Carnivoren von Maragha. Annalen des naturhist. Hofmuseums. Wien 1887. Bd. II, p. 329, Taf. XIV Fig. 1—5, Taf. XVI Fig. 1 u. 2.

Weithofer A. Felis Schlosseri. Beiträge zur Paläontol. Österreich-Ungarns und des Orients. Wien 1888. p. 233, Taf. XI Fig. 1—7.

Kormos Th. Felis hungaricus. Der Knochenfund von Polgárdi. Földtani-Közlöny 1911. p. 182.

Khomenko J. Felis Schlosseri et parvulus. La faune méotique du village Taraklia du district Bender. Kischinew. 1914. p. 9 Tab. I Fig. 4, 5, 6, 18.

Aus dem Block, welcher den vollständigen Rhinozeros-Schädel enthielt, konnte ich außer Hipparion- und Antilopenresten auch einen linken Oberkiefer von Machairodus herauspräparieren, allein bei der Härte des Gesteins war es nicht möglich die Zähne unversehrt frei zu legen, ich mußte mich vielmehr zufrieden geben, die Zähne in

---

[1]) Depéret Ch. La faune des mammifères miocenes de la Grive St. Alban. Archiv. du Muséum d'Histoire natuelle de Lyon. Tome V. 1892. p. 34, pl. I Fig. 18, 19, zu der vielleicht auch der als Herpestes crassus bechriebene Unterkiefer (ibidem p. 31, pl. I Fig. 16) gehört.

Bruchstücken los zu machen und diese dann so gut es ging wieder zusammen zu kitten. Wenn es mir auf diese Weise auch nicht gelang ein Schaustück zu gewinnen, so genügt der jetzt isolierte Kiefer doch für die Genus- und Speziesbestimmung, denn die Grenzen der einzelnen Zähne lassen sich sehr gut erkennen. Es sind erhalten P^3 und P^4 und die Alveole des Canin.

Das Malarbein des Jochbogens war schon vor der Ablagerung des Kiefers losgelöst und ebenso der Zwischenkiefer. Der vorhandene Knochen ist demnach bloß das linke, allerdings sehr hohe Maxillare, M^2 oder doch dessen Alveole steckt noch im Gestein, das aber, ohne das Stück unrettbar zu beschädigen, kaum wegzusprengen sein dürfte.

Dimensionen. Zahnreihe vom Vorderrand des C bis zum Hinterrand von $P^4 = 67$ mm; Breite des C = 10 mm; Längsdurchmesser des C = 18 mm; Länge des $P^3 = 16$ mm; Länge des $P^4 = 28$ mm. Diese Maße stimmen fast vollkommen mit jenen des Machairodus orientalis überein, welchen Kittl von Maragha in Persien beschrieben hat, auch im Bau der einzelnen Zähne besteht kein nennenswerter Unterschied. Sehr ähnlich, nur wenig größer, ist auch der obere P^4 von Machairodus Schlosseri, welchen Khomenko von Taraklia in Beßarabien abbildet. Der von Weithofer beschriebene, nur auf Unterkiefer begründete Machairodus Schlosseri von Pikermi steht jedenfalls sehr nahe, ja es ist überaus wahrscheinlich, daß alle diese Ober- und Unterkieferreste ein und derselben Art angehören, welche ungefähr die Größe eines Panthers besaß. Ob Machairodus parvulus Hensel aus Pikermi auch noch zu dieser Art gestellt werden darf, erscheint, abgesehen von der Größendifferenz etwas fraglich, eher dürfte sich der nur kurz skizzierte Machairodus hungaricus Kormos von Polgárdi in Ungarn als identisch erweisen, etwa als starkes Männchen. Bis jetzt sind allerdings nur die beiden Unterkiefer bekannt, deren Backenzähne ($P_3 - M_1$) zusammen 50 mm messen. Auch die immer noch sehr mangelhaft bekannte Felis ogygia Kaup von Eppelsheim könnte allenfalls mit dieser Machairodus-Art identisch sein. Allerdings müßte man alsdann eine nicht unbeträchtliche Variabilität im Gebiß dieses Machairodontiden annehmen.

Sichere Fundorte von Machairodus orientalis sind Maragha in Persien, Pikermi in Griechenland, Veles in Mazedonien, Taraklia in Beßarabien und höchstwahrscheinlich auch Polgárdi in Ungarn. Auch ist es nicht ganz ausgeschlossen, daß Eppelsheim und Melchingen hinzugezählt werden dürfen, soferne Felis ogygia mit orientalis identisch sein sollte, in welchem Falle natürlich der Spezies Name orientalis durch ogygia ersetzt werden müßte.

Der unmittelbare Vorläufer von Machairodus orientalis Kittl (Schlosseri Weithofer) ist bis jetzt nicht bekannt, denn von den beiden Arten des europäischen Obermiocäns M. palmidens Lartet[1]) von Sansan und Jourdani Filhol[2]) von La Grive St. Alban ist die erstere viel zu spezialisiert und die letztere viel zu groß. In letzter Linie stammt Machairodus von einem der Nimraviden des älteren nordamerikanischen Tertiärs ab. Vielleicht haben die Ahnen dieses Machairodus in Asien gelebt, wohin sie mit Anchitherium aus Nordamerika eingewandert waren.

---

[1]) Gervais P. Zoologie und Paléontologie génèrales, II, p. 53, pl. XII Fig. 1—7 und Filhol H. Ann. scienc. géol. 1891. T. XXI, p. 47 pl. II u. III.

[2]) Filhol H. Archiv. du Museum d'Histoire nat. de Lyon. 1883. T. III, p. 57 pl. IV Fig. 3—5.

Mastodon longirostris *Kaup.*

Kaup J. Description d'ossements fossiles de mammifères. Darmstadt 1835. 4. Heft, pag. 65, Tab. XVI—XIX.

Vacek M. Über österreichische Mastodonten. Abhandl. d. geolog. Reichsanstalt. Wien 1877. Bd. VII, 4, p. 25, Taf. I u. II.

Pethö J. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Säugetiere von Baltavár. Jahrb. d. ungar. geolog. Anstalt, 1884, p. 46.

Schlosser M. Über Säugetiere und Süßwassergastropoden aus Spanien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1907, II, p. 1 Taf. LI.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia du district Bender. Kischinew. 1914. p. 43, Tab. I Fig. 1—4.

Schlesinger G. Die Mastodonten des naturhistor. Hofmuseums. Denkschr. d. naturh. Hofmus. Wien 1917.

— — Die stratigraphische Bedeutung der europäischen Mastodonten. Mitteil. d. geolog. Ges. Wien 1918.

Einer der ersten Funde, welche Herr Jungmann bei Veles in Mazedonien machte, waren die beiden zusammengehörigen Unterkiefer von Mastodon. Sie kamen in die Sammlung des naturhistorischen Vereins in Nürnberg, der sie mir durch gütige Vermittlung des Herrn Jungmann zur Untersuchung schickte, wofür ich hier meinen besten Dank aussprechen möchte.

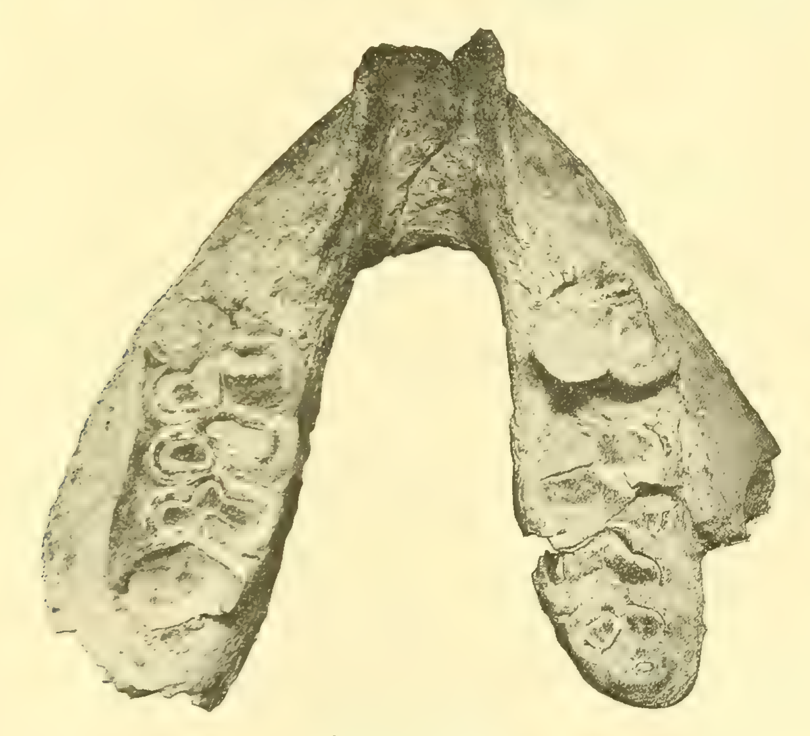
Die übrigen bei Veles ausgegrabenen Mastodonreste sind nicht nur sehr spärlich, sondern auch höchst unvollständig. Sie bestehen aus einem Fragment (vorderer Innenhöcker) eines linken unteren M_3, das vielleicht doch zu dem Molaren des linken Unterkiefers gehört, aber sich nicht mehr genau anpassen läßt, aus dem Bruchstück eines Femurcaput und eines Femurcondylus, aus einem linken Magnum, einem linken Unciforme, zwei anderen bei ihrer Unvollkommenheit nicht näher bestimmbaren Carpalia und einem Wirbelkörper. Ich kann mich auf die Bemerkung beschränken, daß die genannten Carpalia verhältnismäßig breiter sind als an dem Vorderfuß des Mastodon turicensis von Tutzing am Starnberger See.

Statt einer in der neueren Proboscidierliteratur jetzt so beliebten weitschweifigen Beschreibung der Zähne und Unterkiefer zu geben, ziehe ich es vor, diese Stücke als Textfigur zur Darstellung zu bringen und mich auf folgende Bemerkungen zu beschränken. Die vorderste Partie der Symphyse ist zwar weggebrochen, doch läßt sich fast mit Sicherheit behaupten, daß keine unteren Stoßzähne vorhanden waren, was wohl darauf zurückzuführen sein dürfte, daß die Kiefer von einem überdies ziemlich alten Weibchen stammen, wofür auch die Kleinheit der Backenzähne zu sprechen scheint. Übrigens ist auch an dem von Vacek (Taf. II) abgebildetem Unterkiefer nichts von einem unteren Incisiven zu sehen und auch im Text nichts hiervon erwähnt.

Ebensowenig finde ich bei Schlesinger eine Angabe bezüglich des Fehlens dieses Zahnes bei alten resp. weiblichen Individuen, er bemerkt nur von dem Taf. XVII Fig. 2 abgebildeten Unterkiefer der Übergangsform von Mannersdorf, „ob Zahnstummel vorhanden waren ist nicht festzustellen, doch dürfte es der Fall gewesen sein". In der relativen Länge der Symphyse scheint zwischen dem Kiefer von Mannersdorf und dem von Veles

kein wesentlicher Unterschied zu bestehen, auch die rasche Zuspitzung nach vorne ist die nämliche. Das vordere Alveolarforamen hat die gleiche Lage wie an diesem Kiefer, das hintere befindet sich unterhalb des Vorderrandes von M_2, das Mentalforamen steht etwas näher am vorderen Alveolarkanal als an dem Mammersdorfer Kiefer, zugleich jedoch erheblich höher als an diesem.

Von Backenzähnen sind vorhanden der stark abgenutzte, auf das letzte Höckerpaar beschränkte Überrest des rechten M_2 und der linke und rechte untere M_3. An beiden fehlt das erste Höckerpaar, es wurde aus Unachtsamkeit bei der Ausgrabung abgeschlagen und übersehen. Auch hat sich der Rest des M_2 und der rechte M_3 aus dem Kiefer losgelöst und infolge zu starker Auskratzung der Kieferhöhlung passen sie auch nicht mehr genau in den Kieferknochen. Weder unter den mir in ächten Stücken oder in Abgüssen vorliegenden, noch auch unter den mir aus Abbildungen bekannten unteren letzten Molaren von longirostris, finde ich einen Zahn, an welchem die Abkauung soweit vorgeschritten wäre, wie hier. Auch fallen die Zähne durch ihre relativ geringen Dimensionen auf. Aus diesem letzteren Grunde bin ich auch geneigt den Kiefer einem weiblichen Individuum zuzuschreiben. Die Länge dürfte höchstens 180 mm, die Breite am Vorderrande etwa 80 mm betragen haben, während die Höhe an der Innenseite im Maximum 38 und an der Außenseite 21 mm ist. Innen- und Außenhöcker nehmen eine ausgesprochen alternierende Stellung ein. Alle Höcker sind so stark in die Abrasionsfläche einbezogen, daß selbst



1/4 natürl. Größe.

Mastodon longirostris-arvernensis

beide Unterkiefer mit M_3 von oben. Veles, Mazedonien.

Eigentum des naturhist. Vereins Nürnberg.

die Sperrhöcker nur noch stellenweise in schwachen Spuren bemerkbar werden. Von den fünf Höckerpaaren ist das erste, wie schon erwähnt, weggebrochen, das fünfte ist erheblich schmäler als die vorhergehenden und der Talon klein. Unangekaut dürften diese Molaren dem von Schlesinger (europäische Mastodonten Taf. IV Fig. 18) von Jászbereny abgebildeten nicht unähnlich gewesen sein und wie dieser der Zwischenform longirostris-arvernensis angehört haben. Am linken M_3 hat sich aus dem fünften Höckerpaar und dem Talon eine tiefe Grube gebildet, vermutlich war am entsprechenden oberen M_3 ein fester Fremdkörper, etwa ein Stein eingeklemmt, welcher dieser starke Aushöhlung bewirkte.

Über den Kiefer selbst brauche ich kaum einiges zu sagen, ich möchte nur erwähnen, daß auch die beiden aufsteigenden Äste in je einem Fragmente vorhanden sind, jedoch fehlt zu viel, als daß sie sich den Kiefern anfügen ließen.

Der Fund dieser Mastodonreste verdient deshalb besonderes Interesse, weil sie der Übergangsform longirostris-arvernensis angehören, die auch in Ungarn und Österreich neben longirostris nicht selten ist, aber auch in Beßarabien, Südfrankreich, Spanien vorkommt, während in Süddeutschland bisher nur der ächte longirostris nachgewiesen wurde, der übrigens nach Schlesinger auch bei Pikermi und Maragha nicht ganz fehlt.

? Dinotherium giganteum *Kaup.*

Kaup J. Description d'ossements fossiles des mammifères. Darmstadt 1832. I. Heft, p. 1.
Gaudry A. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. 1862. p. 162, pl. XXV.
Gaudry A. Animaux fossiles du Mont Lebéron. 1873. p. 22, pl. III Fig. 1 u. 2.
Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia district Bender. Kischinew 1914. p. 41, Tab. I fig. 16.

Auch Dinotherium scheint bei Veles vorzukommen, wenigstens ist das von dort stammende Unterende einer linken Fibula für Mastodon wohl doch zu groß. Es übertrifft sogar noch das Original Gaudry's. Die größte Breite nahe dem Unterende ist bei diesem 140, bei der Fibula von Veles 148 mm. Die Facette für das Calcaneum mißt bei der von Pikermi 70 mm (nach Figur eher 80 mm), bei der von Veles 106 mm. Relativ groß ist auch die Facette, mit welcher sich die Fibula von unten her an die Tibia anheftet. Ihr größter Durchmesser beträgt 66 mm. Außerdem ist auch noch eine kleine schräge Gelenkfläche für die Außenseite des Astragalus vorhanden. In ihren Dimensionen würde diese Fibula etwa einem Individuum von der Größe des Dinotherium gigantissimum entsprechen, von welchem Stefanescu[1]) einen Unterkiefer von Manzati in Rumänien beschrieben hat. Durch ihre gewaltige Größe und durch die Breite ihrer Diaphyse unterscheidet sich diese Fibula wesentlich von der von Mastodon.

In geologischer Hinsicht bietet diese Fibula insoferne einiges Interesse, als sie nicht aus dem feinkörnigen dichten und harten Sandstein stammt, wie alle übrigen Tierreste, sondern aus einem Konglomerat bestehend aus weißen noch etwas eckigen Quarzkörnern von ungefähr Erbsengröße.

---

[1]) Annuaruli museului de Geologia si de Paleontologia. Bucuresci 1894—95, p. 125.

Dinotherium findet sich außer bei Veles, Pikermi, am Mont Lébéron und bei Eppelsheim auch in den süddeutschen Bohnerzen (Melchingen und Fronstetten), bei Wien, bei Baltavár und Polgárdi in Ungarn, und bei Taraklia in Bessarabien. Auf Samos ist es außerordentlich selten, bei Maragha in Persien scheint es ganz zu fehlen.

Rhinoceros (Ceratorhinus) Schleiermacheri *Kaup.*

Kaup J. Beiträge zur Kenntnis der urweltlichen Säugetiere. Darmstadt 1834. 1. Heft, Taf. 3, 5, 7, 10.

Gaudry A. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. Paris 1862. p. 202, pl. XXXII.

Gaudry A. Animaux fossiles du Mont Lébéron. Paris 1873. p. 25, pl. III Fig. 3, 4., pl. IV.

Weber M. Über tertiäre Rhinocerotiden von der Insel Samos. Bulletin de la Soc. imp. des Naturalistes de Moscou. 1904. p. 491, Taf. V Fig. 2.

Kormos Th. Der Knochenfund von Polgárdi. Földtany-Közlöny. 1911, p. 185.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia du district Bender. Kischinew. 1914. p. 24, Tab. II Fig. 8—11.

Rhinocerotiden-Überreste sind bei Veles scheinbar nicht besonders häufig. Es fanden sich allerdings zwei Schädel, dagegen ist die Zahl der zum Vorschein gekommenen Knochen relativ gering. Es liegen von Extremitätenknochen vor die distale Epyphyse eines linken Radius und das rechte Femur von jungen Individuen. Von alten Tieren stammen das distale Ende einer linken Scapula, das proximale Ende einer rechten und das distale Ende von je einer linken und einer rechten Tibia, ein rechter Astragalus, ein rechtes Lunatum und ein linkes Unciforme, je ein vollständiges rechtes Metacarpale III und Metatarsale III nebst dem Oberende von je einem rechten Metacarpale II und IV, einem rechten Metatarsale II und einem linken Metatarsale IV. Die Sammlung des naturhistorischen Vereins in Nürnberg besitzt die proximale Hälfte eines rechten Humerus, ein Fragment der Trochlea eines solchen, die proximale Hälfte eines rechten und von zwei linken Radius mit einem Teil der Ulna, zwei linke Unciforme, das Oberende eines linken Metacarpale II, den Tuber eines linken Calcaneum und ein rechtes Cunëiforme III. Neues bieten diese Extremitätenknochen keineswegs, sie stimmen in den Maßen und in ihrem Bau ziemlich gut überein mit jenen, welche Gaudry von Pikermi abgebildet und auf Schleiermacheri bezogen hat, namentlich gilt dies von Metacarpale III und Metatarsale III. Dagegen erscheint die Tibia fast etwas zu groß, allein sie paßt sehr genau zu dem Astragalus, dessen Breite oben 93 mm beträgt.

Die beiden Schädel sind leider nicht vollständig, sie stammen auch von ziemlich alten Individuen, wie die starke Abkauung zeigt, die an dem einen so weit vorgeschritten war, daß an M^1 das Quertal und die Gruben gänzlich verschwunden sind. An dem zweiten Schädel fehlt der linke M^1, er dürfte wohl schon bei Lebzeiten des Tieres ausgebrochen sein. An diesem Schädel ist das ganze Cranium vom Hinterrande des Vomers an vermutlich bei der Ausgrabung abgeschlagen worden, auch fehlt die Nase und nicht bloß die Zwischenkiefer, sondern auch der untere Teil der Oberkiefer bis zu den P^3.

Das letztere ist auch der Fall bei dem etwas vollständigeren ersten Schädel. Der erhaltene Teil der Nasenbeine reicht hier noch bis etwa über die ursprüngliche Grenze

von Ober- und Zwischenkiefer, auch ist der rechte Jochbogen bis zum Kiefergelenk und die Scheitelregion fast vollkommen erhalten, dafür hat jedoch der Schädel eine seitliche Verdrückung erlitten, so daß die Mittellinie des Schädeldaches auf die rechte Flanke des Schädels verschoben wurde. Die Occipitalregion ist nicht mehr erhalten.

Die Rauhigkeiten auf Frontale und Nasenbeinen nehmen zwar einen ziemlich großen Raum ein, erheben sich aber nur wenig über die Schädelfläche, die vordere ist sogar noch niedriger als die hintere an der Stirne. Die Supratemporalkämme bleiben vollständig getrennt, die Nasenbeine sind breit. Der Naseneinschnitt reicht genau bis ober den Vorderrand des P^3, und steigt auch von vorne bis hinten gleichmäßig an wie bei den von Gaudry und Weber[1]) beschriebenen Schädeln von Pikermi und Samos, während er bei dem Eppelsheimer Schleiermacheri horizontal verläuft. Der Vorderrand der Orbita liegt oberhalb des M^2. In allen diesen Stücken stimmen die beiden Schädel von Veles sehr gut mit den griechischen überein. Auch der Zahnbau und die Größe der Zähne ist die nämliche wie bei Schleiermacheri von Samos, jedoch fehlt die Crista an allen Zähnen hier vollständig und der Parastyl ist fast gänzlich verschwunden. Er kann nicht so weit hinabgegangen sein wie bei dem Weberschen Originale von Samos. Leider sind die Zähne schon zu stark abgekaut, als daß man das ursprüngliche Relief genauer ermitteln könnte. Das Quertal ist nur an M^2 und an M^3 noch als solches vorhanden, an M^1 und den beiden letzten P ist es kaum mehr viel länger als die von ihm durch das dicke Crochet abgeschnürte Mediofossette. Dazu kommt noch eine kleine Postfossette. Wenn auch die bei dem ächten Schleiermacheri nicht fehlende Crista hier sicher nicht vorhanden war, so zeigt doch die frühzeitige Verschmelzung der beiden Joche an den oberen P, daß wir es mit einer dem Schleiermacheri sehr nahe stehenden Form und nicht mit Rhinoceros pachygnathus zu tun haben, denn bei diesem bleiben die Joche der oberen Prämolaren stets oder doch viel länger getrennt und die Außenwand der P und M weist eine Einbuchtung auf.

Dimensonen. Schädellänge zwischen Nasenspitze und Occipitalcrista = 520 mm.
Schädel A und B Breite des Schädels am Vorderrand der Orbita = 250 mm.
Schädel A Abstand der Glenoidgrube vom Hinterrand des Nasenausschnitt = 360 mm.
Länge der drei M an Schädel B = 134 mm; an Schädel A = 142 mm.

	Länge			Breite
M^1	Länge = 47 mm	an Schädel	B;	Breite = 61 mm.
M^2	„ = 54 mm	„ „	B;	„ = 65 mm.
M^3	„ = 45 mm	„ „	B;	„ = 54 mm.

Bei der Verschiedenheit des in Griechenland (Samos und Pikermi) und Mazedonien (Veles) gefundenen Rhinozeros, — Ceratorhinus, — Schleiermacheri gegenüber dem typischen von Eppelsheim dürfte es sich empfehlen, die ersteren als eine besondere Lokalvarietät, als Ceratorhinus Schleiermacheri var. orientalis zu betrachten, charakterisiert durch das Fehlen der Crista und die geringere Höhe des Parastyls an den oberen P und M, durch die breiteren Nasenbeine, den tieferen Ausschnitt der Nasenregion, durch den schrägen Verlauf seines Unterrandes und allenfalls auch dadurch, daß die Supratemporalkämme sich wohl niemals zu einer Art Sagittalcrista vereinigen. In der Form

---

[1]) Weber, cfr. Textfigur 2, p. 492.

und Tiefe des Nasenausschnittes steht diese Varietät dem Ceratorhinus sansaniensis näher als der typische Schleiermacheri von Eppelsheim, und da jene miocäne Art höchstwahrscheinlich der Stammvater von beiden ist, so hat sich also die von Mitteleuropa nach Osten verbreitete Form in ihrer neuen Heimat etwas besser konserviert, als an ihren früheren Wohnsitzen.

Ceratorhinus Schleiermacheri hat eine auffallend weite Verbreitung. Außer in Eppelsheim findet sich diese Art auch in den jüngeren schwäbischen Bohnerzen, bei Croix Rousse nächst Lyon, ferner in Ungarn (Polgárdi) und bei Taraklia in Bessarabien, bei Veles in Mazedonien, bei Pikermi und auf Samos. Der mit ihm öfters verwechselte Rh. pachygnathus kommt außer auf Samos und bei Pikermi, nach Khomenko auch bei Taraklia, nach Pethö bei Baltavár in Ungarn, nach Weber auch bei Croix rousse nächst Lyon und am Mont Lébéron vor. Die Richtigkeit der Bestimmung der aus Baltavár stammenden Reste möchte ich übrigens stark in Zweifel ziehen, wenn auch das Calcaneum von dort, von welchem mir ein Abguß vorliegt, dem von pachygnathus recht ähnlich ist. Die wenigen von Croix rousse stammenden Zähne gehören teils sicher zu simorrensis, teils zu Schleiermacheri und die am Mont Lébéron gefundenen und von Gaudry abgebildeten Milchzähne sind wohl eher solche von Brachypotherium Goldfussi. Ceratorhinus pachygnathus erweist sich demnach als ächt orientalische Art, deren Herkunft vorläufig kaum genauer ermittelt werden kann. C. Schleiermacheri hingegen ist ächt europäisch und wohl der Nachkomme von C. sansaniensis.

Nestoritherium Pentelici *Gaudry sp.*

Kaup J. J. Nestoritherium. Beiträge zur näheren Kenntnis der urweltlichen Säugetiere. Darmstadt 1859. 4. Heft, p. 3.

Gaudry A. Ancylotherium Pentelici. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. 1862. p. 129, pl. XIX, XXI.

Pethö J. Chalicotherium baltavarense. Die fossilen Säugetiere von Baltavár. Jahrb. der ung.-geolog. Anstalt. 1884. p. 455.

Holland W. J. and Peterson O. A. The Osteology of the Chalicotheriidae. Memoirs of the Carnegie Museum. Vol. VII. 1914. p. 207 Fig. 3.

Überreste dieses merkwürdigen, lange verkannten Urpaarhufers fehlen fast an keiner Lokalität, an welcher Hipparion vorkommt, jedoch zählen sie stets zu den größten Seltenheiten. Vermutlich führten die Tiere ein Einsiedlerleben und waren auch höchstwahrscheinlich überall nur durch wenige Individuen vertreten. Auch bei Veles fanden sich einige dürftige Reste dieses Urpaarhufers, nämlich das Ober- und Unterende eines rechten Femurs, zwei Zehenglieder und 6 Metapodien.

Das Femur unterscheidet sich von dem bei Pikermi gefundenen durch so gewaltige Größe, daß ich lange Bedenken trug, es zu Nestoritherium zu stellen, obwohl es in allen Details sehr gut mit jenem übereinstimmt. Die Zugehörigkeit zu einem Proboscidier ist vollkommen ausgeschlossen und ein anderes Tier von ähnlichen Dimensionen existiert nicht in der Hipparionenfauna. Da nun aber auch die Gattung Moropus nach der von

Holland und Peterson gegebenen Beschreibung und Abbildung ein Femur von fast ebenso riesigen Dimensionen besitzt und auch in den einzelnen Merkmalen große Ähnlichkeit zeigt, so kann ich meine Zweifel über die gegnerische Stellung dieses Femur nicht länger aufrecht erhalten.

Was diesem Femur ein so sonderbares Aussehen verleiht, ist die Breite der Diaphyse und ihre Zusammendrückung von vorne nach hinten und die geringe Entwicklung der Trochanter. In letzterer Hinsicht steht das noch jugendliche Femur aus Pikermi dem von Moropus, wo selbst der dritte Trochanter ziemlich kräftig entwickelt ist, näher, weil wenigstens der zweite Trochanter noch erkennbar ist. Besser als das Oberende ist das Unterende des Femur von Veles erhalten. Es zeichnet sich aus durch die Größe des Condylus internus, durch die relative Kleinheit des Condylus externus und durch die an allen Stellen gleichbleibende Breite und die schwache Ausfurchung der Gelenkfläche für die Patella. Im ganzen scheint das Femur von Nestoritherium plumper und stärker komprimiert zu sein, als das von Moropus.

Dimensionen des jugendlichen Femur von Pikermi A. und des Femur von Veles B. Länge: Abstand des großen Trochanter vom Condylus externus 450 mm A, 600 mm B. Höhe der Patellarfacette 78 mm A, 110 mm B. Breite derselben 75 mm A, 100 mm B. Abstand der beiden Condyli 133 mm A, 185 mm B. Höhe des Condylus internus 74 mm A, 100 mm B. Breite der Diaphyse oberhalb der Patellarfacette 105? mm A, 128 mm B. Querdurchmesser 41 mm A, 63 mm B.

Von den sechs Metapodien ist nur eines vollständig, von den übrigen ist entweder nur das proximale oder distale Ende erhalten geblieben. Alle sind jedoch mehr oder weniger abgerieben, zum Teil auch wohl schon verwittert gefunden worden, so daß die Rekonstruktion, wenigstens der seitlichen Gelenkflächen der proximalen Metapodien erhebliche Schwierigkeiten bietet. Sicher sind nur die Oberenden eines rechten Metatarsale IV und eines rechten Metacarpale III zu bestimmen. Das einzig vollständig erhaltene Metapodium ist wohl ein rechtes Metatarsale III, obgleich es schlanker und scheinbar auch kürzer ist als Metatarsale IV (es fehlt die untere Hälfte der Rolle). Von den Distalenden ist das größte Stück ein linkes Metacarpale III und das kleinste wohl ein linkes Metatarsale III. Die beiden Phalangen gehören der oberen Reihe an, das größere und breitere stammt von einer Mittelzehe, das schlankere von einer Seitenzehe, vermutlich von einer vierten.

Dimensionen.

Mc III, Breite der proximalen Gelenkfläche = 63 mm;
Breite der distalen Gelenkfläche = 78 mm; Länge des Mc III = 250 mm.
Mt III, Breite der proximalen Gelenkfläche = 60 mm;
Breite der distalen Gelenkfläche = 59 mm; Länge des Mt III = 170 mm.
Mt IV, Breite der proximalen Gelenkfläche = 57 mm;
Breite der distalen Gelenkfläche = 63 mm; Länge des Mt IV = 160 mm.
Mc III, Höhe der proximalen Gelenkfläche = 63 mm;
Mt IV, Höhe der proximalen Gelenkfläche = 57 mm;

Phalange schlank, zu Mt IV gehörig? Breite oben = 60 mm; Länge = 90 mm?
Phalange dick, zu Mc III gehörig? Breite oben = 78 mm; Länge = 95 mm?

Von diesen Maßzahlen eignet sich zu Vergleichen am besten die Länge des Metatarsale III. Sie beträgt ebensoviel wie an Gaudry's Ancylotherium die Länge des angeblichen Metatarsale II (pl. XX Fig. 3), das aber in Wirklichkeit ebenfalls ein Metatarsale III ist, weil Gaudry die Metapodien falsch nummeriert hat. Was er als Mt I bestimmte, ist Mt II, sein Mt II ist Mt III und sein Mt III ist Mt IV. Ebenso ist Fig. I nicht Metacarpale III, sondern das unzweifelhafte Mc IV. Ein weiterer Irrtum dieses Autors besteht darin, daß er an Fig. 3 pl. XXI die 1. und 2. Phalange ganz ausgelassen hat, bzw. sie mit dem Metacarpale verwachsen sein läßt, was natürlich ein Unding ist.

Immerhin ist die Übereinstimmung in den Längenmaßen des Gaudryschen Mt II recte Mt III mit dem Metatarsale III von Veles (beidemale 170 mm) für uns höchst wichtig, denn sie zeigt, daß wir es auch bei den Metapodien von Veles mit Ancylotherium, also Nestoritherium zu tun haben.

Das Distalende eines linken Metacarpale III und zwar von der nämlichen Größe wie das von Veles liegt mir auch von der Insel Samos vor. Von dort stammen auch mehrere Kieferstücke, darunter ein rechter Unter- und ein rechter Oberkiefer, beide mit den zwei letzten Molaren, welche sowohl in der Größe, als auch in ihrer Zusammensetzung sehr gut mit jenen von Pikermi übeinstimmen, die Wagner als Colodus beschrieben und abgebildet und Kaup Nestoritherium genannt hat, weil Wagner irrigerweise mit Colodus auch Rhinocerotenreste (von Rhinoceros pachygnathus) vereinigt hatte. Da nun sowohl die Kiefer als auch das erwähnte Metacarpale aus Samos offenbar dem als Nestoritherium, bzw. Ancylotherium Pentelici beschriebenen Chalicotheriiden angehören, dürfen wir auch die so gut zu dem Metacarpale von Samos passenden Metapodien von Veles unbedenklich als Nestoritherium Pentelici bestimmen. Von Samos besitzt die Münchener Sammlung außerdem einen linken Unterkiefer mit P_3—M_3, einen linken Unterkiefer mit D_3—M_1, einen rechten Oberkiefer mit D^3—M^1 und einen linken mit D^{2-4}.

Von dem schon von Wagner beschriebenen Metacarpale III unterscheidet sich das aus Veles durch die viel undeutlichere Trennung der Unciformefacette und durch seine Plumpheit. Diese Abweichung beruht wohl darauf, daß das Nestoritherium von Pikermi noch nicht ganz ausgewachsen war und die Verschiedenheit in der Ausbildung der Gelenkflächen ist vermutlich nur eine individuelle. Dagegen sind die Metatarsalia von Veles sowohl in der Größe als auch in allen Details, soweit solche sich überhaupt aus den Abbildungen erkennen lassen, den Originalien Gaudry's recht ähnlich.

Die Gattung Nestoritherium ist auf das Unterpliocän von Osteuropa und Kleinasien beschränkt. In West- und Mitteleuropa wird sie vertreten durch das Genus Chalicotherium, welches wie Macrotherium, sein Vorläufer im Miocän, sich von Nestoritherium und Moropus dadurch unterscheidet, daß die oberen M mindestens ebenso breit als lang sind, während bei den ebengenannten Gattungen die Länge der oberen M wesentlich deren Breite übertrifft. Moropus und Nestoritherium werden von Holland und Peterson als Unterfamilie der Moropodinae den Schizotheriinae und Macrotheriinae gegenüber gestellt.

Die Schizotheriinae kommen als geologisch ältere Gruppe für uns nicht weiter in Betracht. Auch die Macrotheriinae haben keine näheren Beziehungen zu Nestoritherium. Ihre oberen M sind fast ebenso breit als lang, Parastyl und Mesostyl dieser

Zähne sind dick, Metacarpale IV ist länger als III und der niedrige Astragalus artikuliert nicht nur dem mit Naviculare sondern auch mit dem Cuboid. Der Fuß ist bedeutend kürzer als die Hand. Die Macrotheriinae finden sich nur in Europa und Asien.

Die Moropodinen treten zuerst in Nordamerika auf und zwar im Untermiocän, mit der Gattung Moropus. Im Pliocän erscheinen sie dann in Kleinasien (Samos), Griechenland (Pikermi) und Mazedonien (Veles) als Gattung Nestoritherium. Bei dieser Unterfamilie sind die oberen M wesentlich länger als breit, auch ist Parastyl und Mesostyl viel weniger dickwulstig als bei der vorigen Unterfamilie. Alle Metacarpalia haben nahezu gleiche Länge. Die Hand besitzt bei Moropus noch ein Rudiment des fünften Fingers, das aber bei Nestoritherium verschwunden ist. Der hohe Astragalus artikuliert nur mit dem Naviculare aber nicht mit dem Cuboid. Nestoritherium ist wahrscheinlich der Nachkomme der nordamerikanischen Gattung Moropus, von der sie sich durch ihre beträchtlichen Dimensionen, die plumperen Extremitäten und den vollständigen Verlust des fünften Fingers unterscheidet. In Mitteleuropa lebte im Unterpliocän Chalicotherium Goldfussi (antiquum) Kaup, das auf die Lokalität Eppelsheim beschränkt zu sein scheint und in Ungarn das etwas kleinere Ch. baltavarense Pethö. Aber auch nach Asien, China und Indien hat sich die Gattung Chalicotherium verbreitet, in China lebte sie sogar bis in das ältere Pleistocän.

Hipparion gracile *Christol.*

Pethö J. Über die fossilen Säugetiere von Baltavár. Jahresber. d. k. ung. geolog. Anstalt. 1884. p. 462.

Weithofer A. Beiträge zur Kenntnis der Fauna von Pikermi. Beiträge zur Paläontologie. Österr.-Ungarns und des Orients. Wien 1888. Bd. VI, p. 244, Taf. XIII—XV.

Schlosser M. Über Säugetiere und Süßwassergasteropoden aus Spanien. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. Paläontologie. 1907. Bd. II, p. 6, Taf. I Fig. 24—27.

Kórmos Th. Der Knochenfund von Polgárdi. Földtani-Közlöny. 1911. p. 186.

Borissiak A. Mammifères fossiles de Sebastopol. Mémoires du Comité géologique. Nouvelle série. Livraison 87. 1914. p. 142, pl. VIII—X.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia. Kischinew. 1914. p. 36, Taf. III u. IV.

Wie bei Pikermi und auf Samos übertrifft Hipparion auch an der Lokalität Veles alle übrigen Säugetierarten durch die Menge der von ihm überlieferten Kiefer, Zähne und Knochen. Sie machen sicher mindestens die Hälfte aller dort vorkommenden Säugetierreste aus. Schädel, wenigstens besser erhaltene, scheinen freilich ziemlich selten zu sein, denn außer Oberkiefern befinden sich unter den von mir untersuchten Materiale nur zwei schadhafte Kranien, von den das eine noch dazu etwas plattgedrückt ist.

Von Oberkiefern und Oberkieferbruchstücken erwachsener Tiere sind sieben vorhanden, von denen ein Paar (P^2—M^1 links und P^3—M^1 rechts) offenbar von dem nämlichen Individuum stammen. Einer dieser Kiefer, der einzige mit sämtlichen Zähnen ist wegen der ungewöhnlich starken Abkauung bemerkenswert. Die einzelnen Bestandteile der Krone sind hier nur noch an M^3 zu beobachten und selbst hier beträgt die Höhe der Krone kaum mehr als 10 mm. M^1, der nur mehr die Falte vor dem Parakon erkennen läßt,

ist schon fast bis zu den Wurzeln abgenützt. Immerhin ist dieses Stück insoferne wertvoll, als es zeigt, daß der ursprünglich isolierte, im Querschnitt kreisrunde Protokon im Alter mit dem Paraconulus verschmilzt und elliptischen Querschnitt bekommt, der Hipparionzahn somit gewissermaßen ontogenetisch zum Equuszahne wird. Die isoliert vorliegenden oberen P und M verteilen sich auf mindestens sechs weitere Individuen. Die Zahl der Unterkiefer von erwachsenen Tieren beträgt vier, die der isolierten unteren P und M ist zwölf. Da von den Kiefern nur ein Paar mit P_2—M_3 rechts und P_2—M_2 links zusammenpaßt und überdies die beiden Äste auch an der Symphyse zusammenschließen, die isolierten Zähne jedoch offenbar von besonderen Individuen stammen, so dürfte die Zahl der erwachsenen Tiere nach den Unterkieferresten mit 10—12 kaum zu hoch gegriffen sein. Einer dieser Unterkiefer zeichnet sich durch seine für Hipparion ungewöhnliche Größe aus. Er stammt jedenfalls von einem sehr starken Hengst. Leider ist das den P_2 tragende Stück verloren gegangen und somit der Anschluß des zweifellos hieher gehörigen Symphysenstückes mit sämtlichen I und C an den horizontalen Ast mit P_3—M_3 nicht mehr genau zu finden.

Aus der starken Abkauung der I und der C (die Kunden, Schmelzinseln der I sind fast gänzlich verschwunden, die Reibfläche der I jedoch immerhin noch gerundetdreieckig und der C beinahe bis auf die Wurzel abgerieben) ergibt sich nach den Verhältnissen bei Pferd[1]) ein Alter von etwa 14—15 Jahren. Eine zweite Symphyse mit I_1—C stammt von einem etwa 13 jährigen Tier.

Aus der Zahl der Unterkiefer und Unterkieferfragmente mit Milchzähnen (7 linke, 5 rechte) ergibt sich die Anwesenheit von mindestens 10 Fohlen, da nur ein Paar Kiefer zusammengefügt werden konnte und von den übrigen Fragmenten höchstens zwei allenfalls auf ein und dasselbe Tier bezogen werden können. Die Zahl der linken Oberkiefer mit Milchzähnen beträgt 3, die der rechten 6, jedoch dürften sich alle diese Stücke auf ebenso viele Individuen verteilen. Auch erscheint es ziemlich fraglich, ob sich unter diesen Oberkiefern solche befinden, welche zu dem einen oder anderen der durch Unterkiefer repräsentierten Fohlen gehören. Dagegen darf wohl ein linker Oberkiefer mit (P_4—M_3) der durch die beiden zusammenpassenden Unterkiefer (mit P_2—M_3 rechts und P_3—M_3 links) vertretenen Stute zugeschrieben werden und außerdem ein Oberkieferfragment mit M^{1-2} dem schon erwähnten Hengste. Im ganzen dürfte es sich um Kieferreste von 10—12 erwachsenen Individuen und etwa 10 Fohlen von Hipparion handeln.

Mit Ausnahme eines einzigen Unterkiefers, an welchem P_2 und $_3$ schon länger funktionierten und P_4 eben im Durchbruch begriffen war, zeigen alle jugendlichen Unterkiefer fast genau den nämlichen Grad der Abkauung von D_{2-4}. Auch ist die Höhe des Kiefers bei allen fast gleich. Sie stammen daher sämtlich offenbar auch von gleichalterigen Fohlen. An dem vollständigsten Kieferpaar ist M_1 soeben im Durchbruch begriffen. ID_3 hat anscheinend noch keine Abnützung erfahren. Nach der Analogie bei Pferd dürfte es sich um Fohlen, sicher älter als ein Jahr handeln, der ersterwähnte Kiefer gehörte wohl einem etwas über drei Jahre alten Individuum an. Ein genauerer Vergleich mit den Verhältnissen

[1]) Kroon H. M. (Jakob H.) Die Lehre von der Altersbestimmung bei den Haustieren. Hannover (Schaper) 1916. p. 93 Fig. 36, p. 94 Fig. 37. Ich möchte an dieser Stelle Herrn Professor Dr. Stoß, der mich auf dieses Buch aufmerksam machte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

[2]) Ibidem. p. 61 und p. 84 Fig. 18, p. 85 Fig. 19.

bei Pferd ist nun freilich nicht gut möglich, bei diesem erscheint M_1 nach 10 Monaten, P_2 und $_3$ nach $2^1/_2$ und P_4 nach 3 Jahren. Da aber alle D bei unseren Hipparion-Kiefern schon ziemliche Abkauung aufweisen, werden wir doch mehrere Monate hinzuzählen dürfen. Ob das Fohlen bei Hipparion wie bei unserem Hauspferde im Mai oder entsprechend dem damaligen milderen Klima schon früher, etwa im März stattfand, bleibt natürlich ein ungelöstes Rätsel, wenn schon die letztere Annahme ziemlich große Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Was das Alter der mir von Pikermi vorliegenden Hipparion-Fohlen betrifft, so sind diese entweder Föten oder doch frisch geborne oder aber solche von 10 Monaten bis zu einem Jahre, da bei ihnen M_1 schon in Funktion getreten oder doch schon durchgebrochen ist.[1])

Dagegen finden sich unter dem Hipparionenmaterial aus Samos die allerverschiedensten Altersstadien. Einen bedeutenden Bruchteil bilden auch hier die Föten und Neugebornen, kenntlich an dem niedrigen Kiefer und den noch unangekauten Milchbackenzähnen, die aber mit 3—4 Wochen bereits sämtlich durchgebrochen sind. Schwache Ankauung zeigt ein Unterkiefer von einem etwa zwei Monate alten Fohlen. Etwas jünger, höchstens ein Monat alt, ist eine Kiefersymphyse mit dem durchbrechenden ID_2. An mehreren Kiefern beginnt M_1 durchzubrechen, was auf ein Alter von etwa zehn Monaten schließen läßt. Auch ein Schädel mit fast frischen ID^3 und durchbrechenden M^1 dürfte in solchem Alter stehen. Dagegen ist das Alter eines Unterkiefers mit noch ziemlich frischen D_{2-4} nicht näher zu bestimmen, da hier trotz der bedeutenden Höhe des Kiefers noch keine Spur von M^1 zu sehen ist, obwohl dieser Zahn sonst nach dem 10. Monat zu erscheinen pflegt. Ein Schädel mit fast noch frischem ID^3 und durchbrechendem M^1 gehört einem 10—12 monatlichen Fohlen an. Ein Oberkiefer mit D^{1-4} und M^1, an welchem auch M^2 bereits durchbricht, dürfte von einem 20 Monate alten Individuum stammen. Etwas älter ist ein Oberkiefer mit funktionierendem M^1, höher herausragendem M^2 und dem Durchbruch nahem P^3, was für ein Alter von über zwei Jahre spricht, denn M_2 kommt im 20. Monat, P^2 und ^{3} mit $2^1/_2$ Jahren zum Durchbruch, womit auch das Erscheinen von I_1 verbunden ist. Ein ähnliches Alter hat auch ein Unterkiefer, an welchem M_3 sowie P_2 und $_3$ im Durchbruch begriffen sind, während D_4 noch funktioniert und eine Symphyse mit I_1 und dem stark abgekauten D_2. Abnorm ist dagegen ein Unterkiefer mit funktionierendem M_1 und durchgebrochenem I_1 was sonst mit $2^1/_2$ Jahren erfolgt, hier fehlt jedoch M_2, der eigentlich mit 20 Monaten schon sichtbar sein sollte. Ein Alter von $2^1/_2$ Jahren besitzt auch eine Symphyse mit durchbrechendem I_1. Etwas über $3^1/_2$ Jahre zählt ein Schädel, an welchem I^2 im Durchbruch begriffen ist, ID^3 und CD noch funktionieren, während M^3 noch im

---

[1]) Nach Kroon H. M. l. c. sind bei Pferdefohlen folgende Altersstadien am Gebiß kenntlich:

8—14 Tage Durchbruch von ID_1,
3—4 Wochen Durchbruch von ID^2; D_{2-4} vorhanden,
5—9 Monat Durchbruch von ID_3,
10 Monat Füllung von ID_1, M_1, erscheint
12 Monat Füllung von ID_2,
15 Monat — 2 Jahr Füllung von ID_3, M_2, erscheint im 20. Monat,
$2^1/_2$—3 Jahr Wechsel von I_1, Auftreten von P_2 u. $_3$,
3 Jahr Vordere Usur an I_1 }
$3^1/_2$ Jahr Hintere Usur an I_1 } 3—5 Jahr Auftreten von M_3
$3^1/_2$ Jahr Wechsel von I_2 } und hernach
4 Jahr Vordere Usur an I_2 } von P_4
$4^1/_2$ Jahr Vordere Usur an I_2, Auftreten von C.
$4^1/_2$ Jahr Wechsel von I_3.

Kiefer verborgen und P^2 noch ziemlich frisch ist. Mindestens $3^1/_2$ Jahre ist auch endlich ein Unterkiefer mit P^{2-4} und dem im Durchbruche begriffenen I_2.

Es gruppieren sich diese Fohlenreste also um 0—2 Monate, 10—12 Monate, 20 Monate, $2^1/_2$ und $3^1/_2$ Jahre, was für mehrmalige, mindestens aber für zweimalige Katastrophen spräche, denn es können höchstens die Fohlen der drei ersteren Gruppen mit einander zu Grunde gegangen sein und ebenso wieder jene von $2^1/_2$ und $3^1/_2$ Jahren. Sollte das Fohlen bei Hipparion wie bei Pferd im Mai stattgefunden haben, so würde also eine Katastrophe in den Februar oder März, die anderen aber in den Oktober oder November fallen. Natürlich liegen diesen Altersangaben die Verhältnisse von Pferd zu Grunde. Ob sie ohne weiteres auf Hipparion übertragen werden dürfen, erscheint insoferne zweifelhaft, als Hipparion, weil von geringeren Körperdimensionen wahrscheinlich frühreifer war als Equus, und wie oben bereits bemerkt, außerdem auch deshalb, weil das Klima damals milder war und die Zeit des Fohlens daher vielleicht früher im Jahre stattfand.

Eine viel geringere Individuenzahl als aus den Gebissen ergibt sich aus der Menge der Extremitätenknochen, wobei natürlich zu berücksichtigen ist, daß Scapula und Pelvis wegen ihrer Zerbrechlichkeit nur selten in vollständigeren Exemplaren erhalten bleiben und auch ganze Oberarm- und Schenkelknochen stets zu den Seltenheiten gehören. Um so häufiger finden sich dafür Bruchstücke dieser Knochen und zwar wurden solche schon als Trümmer und Splitter im Gestein eingebettet. Sie gestatten nur ausnahmsweise eine Bestimmung und wurden daher bei der Zählung vernachlässigt. Die Scapula ist durch 1 rechtes Stück und 2 linke Exemplare vertreten, der Humerus durch 5 rechte und 2 linke distale Enden und ein proximales Ende. Vom Radius liegen vor 3 ganze Exemplare, 2 rechte und 1 linkes, 2 proximale Enden des rechten und 1 des linken Unterarmknochen, und je 3 rechte und linke Distalenden, von denen anscheinend keines zu einem der Proximalenden gehört. Das Olecranon ist nur dreimal vorhanden, dagegen fanden sich 2 ganze Metacarpale III und 4 proximale und 5 distale Enden dieses Mittelfußknochens. Von Pelvishälften liegen 3 rechte und 4 linke vor, von den letzteren sind 2 nahezu vollständig erhalten. Das Femur ist durch ein volltsändiges rechtes Exemplar und je ein Proximalende des rechten und des linken Oberschenkelknochen vertreten, die Tibia durch eine ganze rechte, durch ein Proximalende des linken und rechten und drei Distalenden des rechten und drei des linken Unterschenkels. Auch von Femur und Tibia sind zahlreiche nicht näher bestimmbare Fragmente vorhanden, die Sammlung des naturhistorischen Vereins in Nürnberg besitzt Bruchstücke von zwei rechten und einer linken Tibia.

Von der Anführung der Carpalia kann ich absehen, jedoch möchte ich erwähnen, daß auch einige der zu dem vollständigsten Metacarpus gehörigen Carpalia (Scaphoid, Lunatum und Magnum) vorhanden sind, und daß neben diesem linken Mc III auch noch das Proximalende von Mc IV, Mc II und sogar noch das Rudiment des ersten Fingers liegt. Die Zahl der Proximalenden von unvollständigen Mc III ist 5, davon 3 linke und 2 rechte, die der Distalenden 6, dazu kommen noch Bruchstücke aus der Mitte von 6 weiteren Mc III. Von mehr oder weniger vollständigen Tarsi liegen je 4 rechte und 4 linke vor, ferner Proximalenden von 4 rechten und 4 linken Metatarsale III und 4 Distalenden dieses Mittelfußknochens. Die wenigen vorhandenen Phalangen verdienen keine besondere Erwähnung.

Dimensionen.

Oberkiefer: Länge der oberen Zahnreihe P^2 M^3 eines sehr alten Individuums = 124 mm. Länge der P^{2-4} = 63 mm, Länge von M^{1-3} = 61 mm.

Länge der oberen Zahnreihe P^4—M^3 der auch durch Unterkiefer vertretenen Stute = 85 mm, Länge von M^{1-3} = 62 mm.

Länge des oberen linken P^{2-3} eines Hengstes = 59 mm. P^3—M^1 desselben Individuums = 72 mm.

Höhe eines fast frischen M^2 = 62 mm.

Länge des D^2 = 39 mm; Breite desselben = 21 mm; Länge des D^3 = 27 mm; Länge des D^4 = 29 mm.

Unterkiefer: Länge der Zahnreihe des rechten Unterkiefers der Stute = 143 mm. Länge der P_{2-4} = 72 mm. Länge der M_{1-3} = 65 mm.

Länge der Zahnreihe des rechten Hengstunterkiefers = 143 mm? Länge der M_{1-3} = 75 mm. P_{3-4} = 46 mm.

Länge dieses Kiefers vom Symphysenrand bis hinter M_3 = 128 mm. Abstand des M_3 vom Kiefergelenk = 148 mm.

Höhe des Kiefers unter M_1 = 80 mm, unter M_3 = 98 mm. Abstand des Kieferunterrandes vom Kiefergelenk = 205 mm.

Länge des Kiefers eines Fohlens vom Symphysenende bis hinter D_4 = 191 mm. Länge des D_{2-4} = 95 mm.

Extremitätenknochen: Größte Höhe der Scapula = 300 mm; größte Breite = 160 mm.

Breite des Humerus am Unterende = 75 mm. Maximum in Pikermi nach Gaudry p. 226 = 79 mm.

Länge des Radius = 265 mm; Breite an der proximalen Gelenkfläche = 68 mm.

Länge von Metacarpale III = 215 mm; Breite in Mitte = 33 mm; Breite am distalen Gelenk = 39 mm.

Länge des Femur (von Caput bis Condylus) = 305 mm; Breite am proximalen Ende = 90 mm; am distalen Ende = 79 mm; bei einem 2. Exemplar 76 mm.

Länge der Tibia = 280 mm? Breite am proximalen Ende = 85 mm; am distalen Ende = 63 mm.

Tibiafragmente der schlanken Form. Breite am proximalen Ende = 76 mm; am distalen Ende = 52 mm.

Astragalus. Breite der Rolle = 43 mm (zum Metatarsus gehörig); bei zwei weiteren Exemplaren = 46 mm.

Calcaneum. Länge = 41 mm.

Metatarsale III. Länge eines erwachsenen = 250? mm; bei der schlanken Form = 246 mm; Breite am proximalen Ende = 45 mm; bei der schlanken Form = 42 mm.

Die Dimensionen der Extremitätenknochen bleiben also fast durchwegs etwas zurück hinten den von Gaudry angegebenen Maßen der Knochen von Pikermi, dagegen übertreffen sie jene des Hipparion von Sebastopol, welche Borissiak beschrieben hat.

Incisiven und Caninen bieten nichts, was besonderer Erwähnung wert wäre. An der Symphyse, die zu dem schon oben angeführten Hengstkiefer gehört, sind sie schon stark abgekaut. Die Zähne des definitiven Gebisses zeigen in Bezug auf die Kräuselung des Schmelzes und in dem Umriß des Protokons viel stärkere Variabilität als die Hipparionzähne von Pikermi, wenn auch lange nicht in dem Grade wie jene von Samos. Sie verhalten sich hierin etwa wie die von Taraklia in Bessarabien. Jedoch hat der Protokon stets mehr elliptischen als kreisrunden Querschnitt und die Fältchen in Mitte der oberen

P und M erreichen niemals eine so beträchtliche Länge. Die Zähne von Veles stimmen hierin besser mit jenen von Pikermi überein, jedoch bleibt die Zahl der Fältchen wesentlich hinter jener der Zähne von Pikermi zurück, und ebenso hinter jenen des Hipparion von Sebastopol, das übrigens auch kleiner ist und weil aus den Sarmatischen Schichten stammend, auch ein höheres geologisches Alter besitzt.

Die unteren P und M haben dagegen mehr Ähnlichkeit mit denen von Taraklia als mit denen von Pikermi, namentlich gilt dies von den Stutenkiefern. P_3 ist jedoch im Verhältnis noch kürzer und sein Paralophid noch mehr abgestutzt als bei dem Kiefer (Figur 7 Tafel IV) von Taraklia. Sehr ähnlich ist der dritte Lobus des M_3. Kräuselung des Schmelzes fehlt vollständig. Der einzige Unterschied besteht in der etwas stärkeren Entwicklung der Doppelschlinge an der Innenseite der M und namentlich der P_3 und $_4$. Hierin nähern sie sich den Zähnen von Pikermi, welche jedoch vor allem durch die kräftige Kräuselung des Schmelzes abweichen. Die oberen Milchzähne sind auffallend stark in die Länge gezogen und der Schmelz in den Marken kräftig gefältelt. Bei denen von Taraklia scheinen diese Falten noch etwas länger, aber dafür weniger zahlreich zu sein und die Zähne selbst machen wenigstens nach den Abbildungen (Fig. 12, 13, Taf. III) den Eindruck, als ob sie etwas gedrungener wären. Die von Pikermi sind entschieden den D von Veles ähnlicher. Auffallend ist die fast völlige Übereinstimmung aller vorhandenen gleichstelligen unteren Milchzähne sowohl in der Größe und in den Einzelheiten der Krone als auch in dem Grade der Abkauung. Sie gehören offenbar Fohlen von gleichem Alter an. M_1 ist auch bei den vollständiger erhaltenen Kiefern noch nicht durchgebrochen. Basalpfeiler sind wegen der dicken Zementhülle nur ausnahmsweise zu beobachten.

Wie ich schon an anderer Stelle (l. c. p. 7) erwähnt habe, ist die Variabilität bei Hipparion von Samos außerordentlich groß. Sie äußert sich nicht nur in der Körpergröße, welche Verschiedenheit nicht auf das Geschlecht allein zurückzuführen sein dürfte,[1]) sondern vor allem in dem Grade der Schmelzkräuselung und in der Form des P_2 beider Kiefer, sowie in dem Querschnitt des Innenpfeilers (dem Protokon dieser Zähne) bald kreisrund, bald mehr oder weniger elliptisch. Dagegen zeigen die Oberkiefer-Zähne von Pikermi auffallend geringe Verschiedenheit, ihr Innenpfeiler ist fast immer nahezu kreisrund im Querschnitt und der Schmelz zeigt feine aber zahlreiche Fältchen. Auch in der Größe lassen sich nur verhältnißmäßig geringe Abweichungen feststellen. Starke Variabilität finden wir wiederum bei Hipparion von Taraklia in Beßarabien im Querschnitt des Pfeiler (Protokon). Die Fältchen sind zwar meist nicht sehr zahlreich, aber dafür sehr kräftig. Die unteren P und M zeigen anscheinend keine Schmelzkräuselung. Die Zähne von Maragha haben nur mäßige Fältelung, der Protokon scheint in der Regel kreisrund zu sein. Dagegen sind die Fältchen an den oberen M von Baltavár sehr fein und sehr zahl-

[1]) Antonius führt auch von Samos mehrere Arten an. Er unterscheidet von dort außer dem kleinen Hipparion minus Pavlow und dem seltenen durch den langen Nasenausschnitt charakterisierten Hipparion proboscideum Studer noch eine große Art mit schwachen Wangengruben und einfachen Zähnen, die er Hipparion Schlosseri nennt. Ich bin jedoch sehr gezeigt, auch die Anwesenheit der Pikermi-Art anzunehmen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, auf die interessante Arbeit des genannten Autors zu verweisen. — Untersuchungen über den phylogenetischen Zusammenhang zwischen Hipparion und Equus. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. 1919. Bd. XX, Heft 4. Bornträger, Berlin.

reich, und der Protokon wenigstens an M^2 deutlich elliptisch. Die oberen P und M von Polgárdi und Bode bei Vezprem verhalten sich wohl ähnlich wie die von Taraklia. Der Protokon ist nur ausnahmsweise mehr rundlich als elliptisch und die Fältchen sind nicht besonders zahlreich und etwas kürzer als bei den Zähnen von Taraklia. An den Unterkiefermolaren scheint Kräuselung des Schmelzes nicht allzu selten zu sein. In H. v. Meyers Manuskript fand ich Zeichnungen von Hipparionzähnen aus der Braunkohle von Gloggnitz (Unterkiefer mit sehr einfachen großen P und M) und aus dem Tegel der Ziegelei von Laa. Die Letzteren sind obere M von geringen Dimensionen, mit wenigen aber kräftigen Falten und elliptischem Pfeiler. Ähnlich sind auch die M von Daußendorf bei Söchau in Steiermark, von denen mir Gipsabgüsse vorliegen. Das Hipparion von Eppelsheim besitzt fast durchwegs relativ beträchtliche Dimensionen, starke Fältelung des Schmelzes und elliptische Innenpfeiler an den Oberkieferzähnen. Auch findet sich öfters Kräuselung des Schmelzes an den P und M des Unterkiefers. Antonius hält dieses Tier für einen Waldbewohner. Das Hipparion aus den schwäbischen Bohnerzen schließt sich aufs Engste an das von Eppelsheim an. Die Lücke in der geographischen Verbreitung des Hipparion, die bisher zwischen den Vorkommen in Süddeutschland und jenen im südöstlichen Frankreich bestand, wird einigermaßen ausgefüllt durch den Nachweis zweier Hipparionbackenzähne aus der Westschweiz, der eine ein Oberkiefermolar hat mäßige Fältelung und einen schwach elliptischen Protokon. An den oberen P und M von Mont Lébéron ist die Faltenzahl gering, die Fältelung in der vorderen Hälfte jedoch sehr kräftig und der Protokon fast kreisrund. An den unteren Zähnen scheint Kräuselung des Schmelzes vorzukommen, was manchmal auch bei denen von Concud der Fall ist. Die oberen P und M von dieser Lokalität zeichnen sich in der Regel durch sehr spärliche Fältelung und durch den langelliptischen Querschnitt des Protokon aus und sind daher Equus ähnlicher als alle übrigen europäischen Hipparionen, wenn schon auch bei Concud Ausnahmen vorkommen. Immerhin wäre es wohl doch angezeigt, für diese Form einen besonderen Namen zu gebrauchen. Aus dem Rhônetal bildet Depéret Hipparionzähne von St. Jean de Bournay (Isere)[1], von Soblay (Ain)[2] und von Croix rousse (Isére)[3] ab. Die von St. Jean de Bournay haben sehr kräftige Falten und einen etwas länglichen Protokon. Das letztere ist auch der Fall bei den Zähnen von Soblay, die Fältchen scheinen feiner und zahlreicher zu sein, der Abbildung nach fast wie bei Zähnen von Pikermi. Die Zähne von Croix Rousse sollen denen von Mt. Lebéron sehr ähnlich sein.

---

[1]) Vertébres miocènes de la vallée du Rhône. Archiv du Museum de Lyon. T. IV. 1837. pl. XIV Fig. 5, 6.

[2]) Les terrains de la Bresse. Étude de gîtes mineraux de la France. Paris 1894. p. 49, pl. I Fig. 6.

[3]) Ibidem. p. 43, pl. II Fig. 13.

Sus erymanthius *Roth* und *Wagner*.

Gaudry A. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. Paris 1862. p. 235, pl. XXXVII bis XXXIX.

Gaudry A. Animaux fossiles du Mont Léberon. Paris 1873. p. 42, pl. VII Fig. 2—8, pl. VIII.

Pethö J. Die fossilen Säugetiere von Baltavár. Jahrb. d. ungar. geolog. Anstalt. 1884. p. 461.

Kórmos Th. Der pliocäne Knochenfund von Polgárdi. Földtani-Közlöny. Budapest 1911. p. 186.

Pavlow M. Mammiféres tertiaires de la Nouvelle Russie. Nouveaux mémoires de la société des naturalistes de Moscou. 1913. p. 41, pl. III Fig. 1—8.

Von diesem gewaltigen Suiden sind vorhanden drei Oberkiefer, eines mit D^3, D^4 und M^1, die beiden übrigen mit den Alveolen von C, D^2 und mit D^4, M^1 und M^2 und ein isolierter oberer D^4 nebst einem Symphysenstück mit den eben im Durchbruche befindlichen I und der Spitze von C, sowie ein linker Unterkiefer mit D_3, D_4, M_1 und M_2. Diese Reste verteilen sich auf drei Individuen, von denen jedoch zwei nur durch einen linken Unterkiefer, beziehungsweise nur durch einen D^4 angedeutet sind, während dem dritten sämtliche außerdem erwähnten Kieferstücke angehören. Es ist nach der Abkauung der D etwas älter als die beiden anderen, die oberen und unteren M_3 stecken aber noch vollständig im Kiefer. Nach den Untersuchungen Nehrings[1]) an lebenden Wildschweinen ist im Dezember des zweiten Lebensjahres das definitive Gebiß in Funktion getreten und bloß mehr der letzte M im Kiefer verborgen. Da nun bei den Kieferstücken von Veles I_1 noch nicht zum Durchbruch gelangte, I_3 noch ganz frisch und D^4 noch nicht durchgerieben ist, so dürfen wir ungefähr ein Alter von ein und einhalb Jahren oder 18 Monate annehmen und für das etwas jüngere ein Alter von 16—17 Monaten. Soferne nun bei Sus erymanthius das Frischen wie beim lebenden Wildschwein Ende März oder Anfang April stattfand, muß der Tod dieser Tiere etwa im Oktober erfolgt sein.

Mit den entsprechenden Zähnen des S. erymanthius stimmen die von Veles in der Größe und in den Details sehr gut überein, nur sind die äußeren Basalhöcker etwas kräftiger und außerdem ist wenigstens im Oberkiefer dicht neben D^2 ein zweiwurzeliger D^1 vorhanden. was allerdings auch individuell sein kann, jedoch auch an dem jungen Oberkiefer der Fall ist, welchen Pavlow abbildet. Neben der Alveole des C springt der Kiefer schon ein wenig vor und noch mehr neben M^1 und M^2. Der Suide von Samos zeichnet sich durch den Besitz kräftiger innerer Basalhöcker an den oberen D und M aus.

Sus erymanthius ist anscheinend auf den Südösten Europas (Pikermi und Veles) und auf Kleinasien (Samos) beschränkt. Die von Polgárdi zitierten Reste dürften eher zu Sus major Gervais gehören, wenigstens stimmen die mir vorliegenden oberen M viel mehr mit Sus major, als mit solchen von erymanthius überein, und überdies werden auch das bei Taraklia und die an anderen Orten in Bessarabien gefundene Kieferfragmente von Khomenko[2]) wohl mit Recht auf Sus major bezogen.

[1]) Über die Gebißentwicklung der Schweine. Berlin 1888. Deutsche Jägerzeitung. Bd. X. 1888.

[2]) La faune méotique du village Taraklia du distrikt Bender. Kischinew 1914. p. 40, Tab. II Fig. 6.

Mit den Resten von Baltavár in Ungarn, welche Pethö als Sus erymanthius bestimmt hat, dürfte es sich wohl ebenso verhalten, wie mit denen von Polgárdi, dagegen möchte ich mir über die Art der Suiden von Maragha kein sicheres Urteil erlauben. Die von Pavlow beschriebenen Kiefer scheinen nach der Form des M^3 eher zu Sus major zu gehören, da der obere M^3 sich hinten sehr stark verjüngt, wie bei dem Originale von Khomenko, überdies stammen die von Pavlow beschriebenen Reste ebenfalls aus Bessarabien.

Die Gruppe des Sus major-erymanthius stammt nach Stehlin[1]) gleich der Scropha-Gruppe von dem miocänen Sus paläochoerus ab, sie zeichnet sich aber dadurch aus, daß die bis Sus paläochoerus stets an Größe zunehmenden Caninen der Reduktion verfallen und außerdem auch der erste der vier P verloren geht.

Camelopardalis parva *Weithofer.*

Weithofer A. Beiträge zur Kenntnis der Fauna von Pikermi. Beiträge zur Paläontologie Österr.-Ungarns und des Orients. Wien 1888. Bd. IV. p. 281, Taf. XVI Fig. 1, 2.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia du district de Bender. Annuaire géologique de la Russie. Jurjew. Vol. XV. 1913. p. 118, pl. VII Fig. 17, 18.

Pavlow M. Mammifères tertiaires de la Nouvelle Russie. Nouveaux mémoires de la société des naturalistes de Moscou. Tome XVII. 1913. p. 2, pl. I Fig. 1, 2.

Die Gattung Camelopardalis ist unter dem bei Veles gesammelten Material nur durch einen rechten Unterkiefer mit den drei P und den stark abgekauten Molaren und einen linken unteren P_2 vertreten. Möglicherweise gehören hieher auch noch ein paar sehr unvollständig erhaltene Extremitätenknochen, nämlich ein Femur, eine Tibia, ein linker Metacarpus und ein Olecranon.

Von Camelopardalis parva waren bisher nur das von Weithofer beschriebene und abgebildete Schädelstück mit den oberen Zahnreihen von Pikermi, ferner ein ähnliches von Pavlow untersuchtes Gaumenstück mit den oberen P und M von Grebeniki und ein von Khomenko abgebildeter Oberkiefer von Taraklia, ebenfalls in Bessarabien, bekannt, jedoch wurde das Original des letztgenannten Autors nur generisch bestimmt. Wenn ich nun den Unterkiefer von Veles ebenfalls zu Camelopardalis parva stelle, so geschieht es, weil seine Zähne in der Größe sehr gut zu den Oberkieferzähnen dieser Spezies passen, welche auch schon durch einen Oberkiefer von Pikermi in der Münchener Sammlung vertreten war. Auch stimmen sie anscheinend überein mit den unteren M_2 und M_3 von Grebeniki, welche M. Pavlow abbildet. Die Zähne der Unterkiefer von Veles erweisen sich schon durch ihre starke Runzelung und geringe Höhe als ächte Giraffenzähne, P_3 und P_4, außerdem auch durch ihren komplizierten Bau, während der relativ kleine und niedrige P_2 nur zwei dünne kurze Kulissen besitzt, die eine läuft vom Protokonid herab, die zweite steht zwischen jener und dem umgebogenen Hinterrand. An P_3 und P_4 besteht die Vorderpartie aus einer dicken, schräg gestellten Kulisse und einem kurzen Halbmond, der sich auch fast auf die ganze Hinterseite des Zahnes ausdehnt. Selbstverständlich sind alle

[1]) Über die Geschichte des Suidengebisses. Abhandl. d. schweizer. paläontolog. Gesellsch. Vol. XXVI. 1890. p. 460.

Bestandteile des P_3 kleiner und schmäler als an P_4. Die Molaren sind, wie schon erwähnt, stark abgekaut. Ihr Bau bietet jedoch ohnehin nicht viel Bemerkenswertes. Es ist eben der aller Giraffenmolaren. Basalpfeiler besitzen nur M_1 und M_2 und auch an diesen sind sie ganz niedrig. M_3 hat einen wohl entwickelten dritten Lobus. Die Runzelung des Schmelzes ist sowohl an den P als auch an den M mäßig stark. Die Kiefersymphyse liegt hier noch in der geraden Fortsetzung des Unterkieferrandes, während sie sich bei den lebenden Giraffen nach abwärts neigt.

Dimensionen. Länge der drei P = 50 cm; Länge der drei M = 74 mm.

P_2	Länge = 14,5 mm;	Breite = 8,5 mm;	Höhe, frischer Zahn = 10,3 mm.
P_3	„ = 17,5 mm;	„ = 13,0 mm;	
P_4	„ = 18,0 mm;	„ = 14,0 mm;	
M_1	„ = 19,5 mm;	„ = 15,0 mm;	
M_2	„ = 22,0 mm;	„ = 15,0 mm;	
M_3	„ = 33,5 mm;	„ = 17,0 mm.	

Unterkiefer. Höhe unter M_1 = 36 mm; Abstand der Alveole des C (vom Hinterrand des M_3 = 245 mm). Die Zahnlücke zwischen P_2 und der Alveole des C ist wie bei allen Giraffen viel länger als bei allen übrigen Selenodonten, sie beträgt hier 115 mm, also ungefähr ebensoviel wie die Backenzahnreihe.

Die wenigen bei Veles gefundenen, allenfalls zu dieser Art gehörigen Extremitätenknochen sind leider sehr unvollständig erhalten, nur der Metacarpus besitzt noch die proximalen Gelenkflächen, welche zusammen in der Breite 56 mm messen. Die Länge dieses Canon ist ungefähr 400 mm, die Breite in der Mitte = 33 mm, Maße, welche allerdings im Verhältnis hinter denen von Camelopardalis attica erheblich zurückstehen. Nach Gaudry, l. c. p. 247, 248, finden wir angegeben:

C. attica. M^2 Länge = 30 mm; P^4 = 20 mm.
Metacarpus. Länge = 710 mm; Breite des Carpalgelenkes = 90 mm;
bei dem Metacarpus der Münchner Sammlung 680 bzw. 88 mm.

Der obere M^2 von C. parva hat nach Weithofer eine Länge von 25 mm; für den Metacarpus würde sich also eine Länge von etwa 580 mm ergeben. Es ist nun allerdings mißlich, aus den Dimensionen eines einzelnen Zahnes auf jene der Extremitäten zu schließen, allein da von dem Gebiß von C. attica die Länge der für Berechnungen von Knochen nicht ungeeigneten Zahnreihe (P^2—M^3) nur schätzungsweise ermittelt werden kann (150 mm), so muß ich doch die Maßzahlen des M^2 von attica in erster Linie zu Grunde legen. Die Länge von P^3—M^3 von C. parva ist nach Weithofer 102 mm, die Zahnreihe selbst also etwa 120 mm (bei dem ganz vollständigen Exemplar der Münchner Sammlung 116 mm). Aus diesen Dimensionen der oberen Zahnreihen von C. attica mit 150 und der C. parva mit circa 120 mm ergäbe sich also die Länge des Metacarpus von C. parva zu 500 mm und einer Breite seines Carpalgelenkes zu 72 mm; womit allerdings die Dimensionen des Metacarpus von Veles nicht übereinstimmen, denn die Länge ist hier nur 400 mm und die Breite nur 56 mm. Ich muß jedoch bemerken, daß ähnliche Schwierigkeiten auch bei dem Camelopardalidenmaterial von Samos bestehen, denn die Extremitätenknochen, welche die Münchner paläontologische Sammlung von dieser Lokalität besitzt, sind alle viel zu

kurz und überhaupt viel zu klein für C. attica, die aber gleichwohl durch mindestens zwei Oberkiefer und durch fünf Unterkiefer vertreten zu sein scheint. Andererseits sind diese Extremitätenknochen für den zweifellos auf Samos vorkommenden und mir in einem Oberkiefer und einem Unterkieferfragment mit M_2—M_3 vorliegenden Palaeotragus Roueni viel zu groß. Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, daß die als attica angeführte Camelopardaliden-Form sich von der ächten Camelopardalis durch den etwas einfacheren Bau des P_2 und P_3 unterscheidet, auch verläuft der Unterrand des Kiefers horizontal, während bei den lebenden Camelopardalis die Kiefersymphyse abwärts gebogen ist. Es sind aber außerdem zwei Unterkieferbruchstücke mit sehr plumpen komplizierten P vorhanden, die in der Größe etwa jenen von C. vetusta entsprechen dürften, die wenn vielleicht mit C. attica identisch, doch sicher auf einem der kleinsten Individuen dieser Art basiert wurde. Eine definitive Lösung dieser Fragen liegt mir deshalb ferne, weil hiefür die Untersuchung eines größeren, wenn möglich des gesamten in den einzelnen Sammlungen zerstreuten Materiales notwendig wäre. Ich kann mich daher darauf beschränken, eine tabellarische Übersicht der Maße der in der Münchener Sammlung noch vorhandenen Kiefer und Knochen von Samos zu geben.

Camelopardalis aff. attica von Samos:

Oberkiefer A	(Schädel) P^3—M^3 = 114 mm;	M^{1-3} = 81 mm;	Breite von M^2 = 35 mm.	
B	„ „ = 116 mm;	„ = 86 mm;	„ „ „ = 34 mm.	
C	(Kiefer)	„ = 90 mm;	„ „ „ = 33 mm.	
D	„ „ = 115 mm;	„ = 81 mm;	„ „ „ = 31 mm.	
Unterkiefer A	Länge von P_2—M_2 = 110 mm;	M_{1-2} = 51 mm;	P_{2-4} = 60 mm;	P_3 relativ einfach.
B	„ „ „ = 108,5 mm;	„ = 53 mm;	„ = 55 mm;	
C	„ „ „ = 110 mm;		„ = 58 mm;	P_3 mit komplizierter Innenwand.

Extremitätenknochen.

Humerus: Breite am distalen Ende A 91 mm; B 85 mm; C 87 mm. Länge nicht meßbar, weil nur untere Bruchstücke.

Radius: Breite am distalen Ende A 75 mm; B 78 mm; C 80 mm. D proximales Ende 90 mm.

Metacarpus: Breite am proximalen Ende A 61 mm; B 63 mm.
Breite am distalen Ende C 70 mm; D 69 mm; E 73 mm; F 76 mm; G 75 mm.

An der Zusammengehörigkeit dieser Kiefer und Extremitätenknochen ist kaum zu zweifeln, denn sie stammen mit Ausnahme von Unterkiefer C aus den gelbbraunen Tuffen, die sicher keine Samotheriumreste, sondern von ähnlichen Tieren nur Palaeotragus Roueni enthalten und überdies ist auch die Zahl der Kiefer und der einzelnen Extremitätenknochen, soferne die wegen ihrer Unvollständigkeit nicht berücksichtigten Stücke dazu gezählt werden, nahezu die gleiche (drei bis fünf). Die Schwierigkeit sie auf Camelopardalis attica zu beziehen besteht nur darin, daß der obere M^2 fast immer etwas größer ist, als bei dem von Gaudry gemessenem Exemplare, während die Extremitätenknochen erheblich kürzer sind. So mißt ein Radius von Pikermi in der Länge 750 mm, der einzige der Länge nach erhaltene, aber an den Enden beschädigte und daher oben

nicht angeführte Radius von Samos nur 450 mm. Es hat also den Anschein, als ob auf Samos die ächte Camelopardalis attica durch eine etwas kurzbeinigere Art, mit etwas primitiverer Bezahnung vertreten wäre, neben welcher als Seltenheit auch Camelopardalis parva Weithofer vorkommt. Beide stammen aus den hellen gelblichbraunen Tuffen.

Aus den bunten braun- und grünfleckigen liegen mir nur vor die paarigen Unterkiefer C mit dem komplizierten P_3 und ein Oberkieferfragment mit den drei M nebst einigen isolierten oberen P. Die oberen M stimmen ganz auffallend mit jenen von Camelopardalis vetusta überein, welche Weithofer (l. c. Taf. XVII Fig. 1, 2) abgebildet hat. Die von diesem Autor vermutete spezifische Identität mit Camelopardalis attica möchte ich sehr bezweifeln.

Was die Verbreitung von Camelopardalis parva betrifft, so ist sie verhältnismäßig beschränkt, denn bisher kannte man nur die Fundorte Pikermi, Samos und Tharaklia und Grebeniki in Bessarabien, zu denen jetzt als neuer Veles in Mazedonien hinzukommt.

Palaeotragus Roueni *Gaudry.*

Gaudry A. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. Paris 1862, p. 262, pl. XIV.

Rodler A. und Weithofer A. Die Wiederkäuer der Fauna von Maragha. Denkschr d. math.-naturw. Kl. d. Akad. d. Wiss. Wien 1890. Bd. LVII, p. 761, Taf. I Fig. 2.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia du district de Bender. Annuaire Géologie de la Russie 1913, p. 118, Tab. VII Fig. 16, Tab. VIII Fig. 1—5, Tab. IX Fig. 9.

Pavlow M. Mammifères tertiaires de la Nouvelle Russie. Nouveaux memoires de la société des Naturalistes de Moscou. 1913. p. 5, pl. I Fig. 3.

Von einem großen Wiederkäuer stammt ein Schädeldach mit den Stirn- und Scheitelbeinen und dem oberen Teil des Hinterhauptes nebst verschiedenen Extremitätenknochen, auf die ich ohnehin noch genauer eingehen muß. Leider ist auch nicht die Spur eines Zahnes vorhanden, weshalb die Gattungsbestimmung große Schwierigkeiten bietet. Von dem nämlichen Tiere stammen vielleicht auch zwei Hornzapfen, von denen an dem einen noch ein Stück des mit Sinus versehenen Stirnbeins sitzt, während der andere der Hornspitze etwas näher war. Die allseitige, auch noch auf das Stirnbein sich erstreckende Furchung spricht dafür, daß wir hier den Hornzapfen einer Giraffe und nicht den einer Antilope vor uns haben. Als Vergleichsobjekte für diesen Schädel kommen in Betracht Helladotherium, Samotherium, Palaeotragus und Alcicephalus.

Der Schädel hat mit dem von Helladotherium die schmale, aber lange, flache, fast viereckige Scheitelregion gemein, die mit der schräg nach vorwärts geneigten Hinterhauptfläche einen spitzen Winkel bildet, der sich jedoch hier schon beinahe einem rechten nähert, im Gegensatz den Verhältnissen bei Helladotherium. Auch erscheint das Schädeldach bei Helladotherium oberhalb der Schläfengrube ziemlich stark aufgebläht, hier dagegen etwas eingesenkt, wenigstens zwischen den weit vorspringenden wulstigen Supraorbitalrändern. An der Außenseite wird die Stirn gegen die Schläfenregion durch eine Crista abgegrenzt, noch kräftiger ist dagegen die Supraoccipitalcrista. Leider ist die Schädelbasis durch Verwitterung verloren gegangen und nur ein Stück Vomer und außer-

dem von der rechten Seite des Cranium der oberste Teil des Schläfenbeins und des Processus mastoideus erhalten. Die Schädelknochen sind ziemlich dick, lassen aber doch an der Bruchfläche der Postorbitalfortsätze einige flache Sinuse erkennen.

Ähnlicher als der Schädel von Helladotherium ist der von Samotherium, von welchem die Münchener paläontologische Sammlung drei einander ziemlich gut ergänzende Exemplare besitzt, von denen jedoch kein einziger mit Hornzapfen versehen ist. Sie stimmen in allen wesentlichen Merkmalen mit dem vorliegenden Schädel von Veles überein, sind aber sämtlich größer.

In den Dimensionen scheint dagegen Palaeotragus am nächsten zu stehen, jedoch gibt Gaudry leider keine Oberansicht des Schädels, die gerade in unserem Falle äußerst notwendig wäre. Auch mit der Beschreibung ist uns nicht viel gedient, da sie überwiegend Partien des Schädels behandelt, die an dem von Veles nicht mehr erhalten sind. Das Schädeldach ist hinten viereckig, die Scheitelbeine sind lang, das Schädeldach bildet mit der Hinterhauptfläche einen Winkel von 80°. Der Supraoccipitalkamm ist etwas nach hinten geneigt. Die dei Helladotherium (und auch bei Samotherium) vorhandene Grube zu beiden Seiten der Occipitalcrista fehlt hier. Die Breite des Schädels an den Orbitae = 160 mm, der Abstand der Postorbitalfortsätze von der Occipitalcrista = 160 mm, die Breite des Supraoccipitalkammes = 80 mm. In allen diesen Merkmalen stimmt das Schädeldach von Veles sehr gut mit Palaeotragus Roueni überein und die angegebenen Maßzahlen kommen ebenfalls denen des Schädeldaches von Veles sehr nahe. Auch die Größe, Form und Stellung der Hornzapfen ist ungefähr die nämliche, wie bei dem Schädel von Pikermi.

Von Palaeotragus Roueni hat kürzlich auch M. Pavlow einen Schädel aus Bessarabien beschrieben. Die angegebenen Maßzahlen stimmen ziemlich gut mit denen des Gaudryschen Originales überein, aber die Abbildungen sind fast gänzlich unbrauchbar, so daß uns dieses Stück für die nähere Kenntnis von Palaeotragus und folglich auch für einen Vergleich mit dem Schädel von Veles sehr wenig nützt.

Sehr nahe steht ferner auch Alcicephalus coelophrys Rodler und Weithofer von Maragha, der freilich auch ohnehin mit Palaeotragus identisch sein dürfte. Die Art basiert auf einem Schädelfragment mit Oberkiefer und der vollständigen Augenhöhle. Die Stirn liegt nach der Beschreibung und Abbildung etwas tiefer als der Supraorbitalrand. In der Größe paßt dieses Schädelfragment anscheinend ziemlich gut zu dem von Veles, allein es ist keine Möglichkeit für eine nähere Vergleichung gegeben, da das Schädelstück von Alcicephalus in der Hauptsache aus dem Lacrymale und Maxillare besteht, die bei dem von Veles fehlen, und daher nur die Stirn und der obere Rand der Augenhöhle zum Vergleiche herangezogen werden können. Die letztere hat nahe ihrem Oberrand einen Durchmesser von etwa 50 mm, wie an dem Schädelfragment von Veles.

Ob die bei Veles gefundenen großen Extremitätenknochen dem nämlichen Camelopardaliden angehören, wie der eben besprochene Schädelrest, erscheint sehr fraglich, sie sind wohl zu groß für das Tier, von welchem der Schädel stammt, denn sie nähern sich mehr jenen von Samotherium, mit welchem auch Alcicephalus Neumayri von Maragha identisch sein dürfte, während das Schädeldach von Veles einem Tier angehört, welches die Dimensionen der kleineren Alcicephalus-Art, des A. coelophrys, kaum wesentlich überschritten haben wird.

Mit dieser kleineren Art Alcicephalus von Maragha hat Palaeotragus Roueni von Pikermi in der Größe, im Schädelbau und in der Zahnform so große Ähnlichkeit, daß die spezifische Identität höchstwahrscheinlich wird.

Palaeotragus Roueni hätte alsdann eine ziemlich weite Verbreitung, denn außer bei Pikermi und bei Maragha wurde diese Giraffe auch bei Taraklia und Tschobrutschi in Bessarabien und jetzt auch bei Veles in Mazedonien nachgewiesen, dagegen fehlt sie anscheinend auf der Insel Samos, wo auch Helladotherium und Palaeotragus bisher nicht gefunden wurden. Es hat daher fast den Anschein als ob Helladotherium und Palaeotragus das gebirgige Kleinasien gemieden und auf ihrer Wanderung von Osten her durch die Ebenen nördlich des Pontus nach Mazedonien vorgedrungen wären.

Die älteste europäische Giraffine ist Achtiaria exspectans Borissiak[1]) aus den sarmatischen Schichten von Sebastopol. Allein das genauere Verwandtschaftsverhältnis läßt sich auf Grund des vorliegenden Materials kaum ermitteln. Ein wesentliches Hindernis ist namentlich der Umstand, daß wir über die Längen des Metacarpus und Metatarsus gar nichts wissen. Die Zähne kann man allenfalls als Kollektivtypen betrachten, welche Merkmale von Camelopardalis mit solchen von Alcicephalus etc. in sich vereinigen. Die relative Stärke des Talonid am unteren P_4 ist ein Unterschied gegenüber Alcicephalus und Samotherium, sie wäre jedoch kaum ein Grund, um direkte genetische Beziehungen in Abrede zu stellen. Die Extremitätenknochen scheinen ziemlich kurz und denen von Alcicephalus ähnlicher gewesen zu sein, als jenen von Camelopardalis. Im Zahnbau hat Achtiaria noch gewisse Anklänge an die Gattung Palaeomeryx, starke Basalbildungen und an M_2 sogar eine Andeutung von Palaeomeryx-Leiste.

Helladotherium cfr. Duvernoyi *Gaudry.*

Gaudry A. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. Paris 1862. p. 252, pl. XLI—XLIV.
Gaudry A. Animaux fossiles du Mont Lébéron. Paris 1873. p. 47, pl. IX Fig. 1—7.
Pethö J. Die fossilen Säugetiere von Baltavár. Jahrb. d. ung. geolog. Anstalt. 1884. p. 462.
Kormos Th. Der Knochenfund von Polgárdi. Földtany-Közlöny. Budapest 1911, p. 187.
Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia du district Bender. Annuaire géologique de la Russie. 1913. p. 116, Tab. VII Fig. 11—13.

Von Veles liegen eine Anzahl Extremitätenknochen eines riesigen Camelopardaliden vor, die zum Teil anscheinend sogar von einem einzigen Individuum herrühren und daher besonders Interesse verdienen. Es sind dies eine rechte Scapula, ein linker Humerus, bei dem allerdings fast die ganze obere Hälfte fehlt, ein linker Radius, ein rechter Metacarpus, eine rechte Tibia und ein rechter Astragalus, nebst Bruchstücken von Scapula, einem rechten Radius, und einem rechten und linken Calcaneum, sowie ein fast vollständiges rechtes Magnum. Dazu kommen noch eine Anzahl Wirbel, meist aus der mittleren Halsregion. Die Sammlung des naturhistorischen Vereins in Nürnberg besitzt das distale Gelenk eines linken Humerus, das proximale Ende einer linken Tibia, Bruchstücke eines Metatarsale, die Tuber von zwei rechten Calcanea und einen rechten zusammengehörigen

[1]) Mammifères fossiles de Sebastopol. Mémoires du Comité géologique. Nouvelle Série. Livraison 87. 1904. p. 106, pl. I—III.

Tarsus (Astragalus, Cuboscaphoid und Cunëiforme III und II). Im Bau stimmen diese Knochen im wesentlichen mit denen von Helladotherium überein, weshalb ich auf die Abbildungen bei Gaudry verweisen kann. Auch die allerdings bisher weder genauer beschriebenen noch abgebildeten Knochen von Samotherium und Alcicephalus haben große Ähnlichkeit. Die Unterschiede bestehen bei allen diesen Formen nur in geringeren oder größeren Abweichungen der Länge, Breite und Dicke.

Da die Münchener paläontologische Sammlung eine ziemliche Anzahl von Extremitätenknochen von Samotherium besitzt, halte ich es für zweckmäßig auch diese zum Vergleiche heranzuziehen und außerdem die wichtigsten von anderen Autoren veröffentlichten Maßangaben zu benützen und alle diese Maße von Helladotherium und verwandten Formen in einer Tabelle zusammenzustellen.

	Veles	Samotherium groß. Samos	Samotherium klein. Samos	Alcicephalus Neumayri. Maragha	Alcicephalus coelophrys. Maragha	Knochen von Pikermi Gaudry p. 268	Helladotherium Pikermi nach Gaudry	Helladotherium Mt. Lébéron nach Gaudry
Humerus. Länge . . .	?	?	—	—	—	360	490	—
Breite distal	130	127	90	125	89	77	131	—
Radius. Länge	600	490	450	490	460	490	570	—
Breite proximal . . .	130	125	— ?	140	120	71	138	123
„ distal	125	110	— ?	113	96	71	128	—
„ in Mitte . . .	70	—	— ?	73	63	—	73	—
Metacarpus. Länge . .	410	390	360	?	340	445	420	410
Breite proximal . . .	130	89	73	95	78	53	109	96
„ distal	115	95	77	100?	85	54	100	—
„ in Mitte . . .	70	52	45	55	45	29	?	—
Tibia. Länge	530	480	500	?	430	476	490	—
Breite proximal . . .	132	153	— ?	?	?	?	?	—
„ distal	115	100	100	98	82	65	106	—
„ in Mitte . . .	73	75	70	68	55	—	?	—
Metatarsus. Länge . . .	—	440	—	420	370	426	440	—
Breite proximal . . .	—	85	—	77	65	51	90	80
„ distal	—	87	—	85	72	54	90	92
„ in Mitte . . .	—	51	—	48	38	41	?	—
Astragalus. Länge . . .	110	100	92	100	85	71	104	—
Breite proximal . . .	75	72	62	69	54	45	75	—
„ distal	70	72	62	68	56	—	—	—

Aus dieser Übersicht ergibt sich sofort, daß die Extremitätenknochen von Veles kaum von demselben Tier stammen dürften, welchem der oben besprochene Schädelrest angehört, denn dieser läßt sich in den Dimensionen nur Alicephalus coelophrys und Palaeotragus an die Seite stellen, dagegen stimmen Humerus, Radius, Metacarpus und Astragalus sehr gut mit jenen von Helladotherium überein, ja die Tibia ist sogar nicht

unerheblich größer als bei der eben genannten Gattung. Weiter sehen wir, daß die Maßdifferenzen zwischen Samotherium, wenigstens dem größeren und Alcicephalus Neumayri so gering sind, daß sie sich noch ganz gut durch lokale Rassenverschiedenheiten erklären lassen, und daß wir das kleinere schwächere Samotherium von Samos wohl als Weibchen dieser Camelopardoliden ansehen dürfen, denn diese letzteren Knochen wurden ausnahmslos zusammen mit weiblichen hornlosen Schädeln in den buntscheckigen, braun- und grünkörnigen Tuffen gefunden. Sie sind sämtlich mehr oder weniger durch Druck deformiert und daher nur zum Teil für Messungen brauchbar. Hingegen sind die Knochen der großen Samotherium auf grünlichgraue mergelige Tuffe beschränkt und durchwegs tadellos erhalten.

Unsicher bleibt die generische Stellung der von Gaudry einem großen aber nicht bestimmten Wiederkäuer zugeschriebenen Extremitätenknochen aus Pikermi in der sechsten Reihe. Ich war ursprünglich geneigt, sie auf Palaeotragus Roueni zu beziehen. Da dieser jedoch höchst wahrscheinlich mit Alcicephalus coelophrys identisch ist und die Knochen dieser aus Maragha stammenden Art mit ziemlicher Sicherheit ermittelt und augenscheinlich kürzer aber viel plumper als jene aus Pikermi sind, so können jene auch nicht wohl zu Palaeotragus Roueni gehören. Vielleicht sind es die Knochen von Orasius, Camelopardalis speciosa Wagner, von dem leider bis jetzt nur die beiden in der Münchener paläontologischen Sammlung befindlichen Kiefer, der rechte Unterkiefer und der linke Oberkiefer bekannt sind, die aber recht wohl die Aufstellung einer besonderen Gattung rechtfertigen dürften.

Die Tabelle zeigt uns ferner verschiedene Stadien der Verkürzung der Tibia im Verhältnis zum Radius. Ursprünglich ist bei den Wiederkäuern die Tibia stets länger als der Radius, dagegen übertrifft bei Camelopardalis die Länge des Radius die der Tibia um ein volles Viertel, das Verhältnis ist hier 100 : 75.

Rodler und Weithofer (l. c. p. 756) geben an für Alcicephalus Radius = Tibia und für Helladotherium Radius-Tibia = 100 : 86.

Bei Samotherium ist die Länge des Radius der Länge der Tibia fast gleich, aber doch der Radius etwas länger, bei Palaeotragus = Alcicephalus coelophrys hat die Länge der Tibia gegen die des Radius schon etwas abgenommen. Weniger ist das der Fall bei den von Gaudry beschriebenen aber nicht näher bestimmten Extremitätenknochen von Pikermi, die vielleicht der Gattung Orasius angehören. Die großen Knochen von Veles endlich zeigen ein Verhältnis des Radius zur Tibia von 100 : 88, also ganz ähnlich wie Helladotherium von Pikermi mit 100 : 86.

Die Scapula habe ich in obiger Maßtabelle vernachlässigt, weil hiefür nur wenig Vergleichsmaterial vorhanden ist, es besteht in dem Originale Gaudry's der Scapula von Helladotherium und einer fast vollständigen rechten Scapula von Samotherium der Münchener Sammlung.

	Scapula Veles	Helladotherium Pikermi	Samotherium Samos
Größter Durchmesser der Glenoidgrube	108 mm	98 mm	103 mm
Breite am Distalende inkl. Acromion .	143 „	150 „	142 „
Breite 10 cm oberhalb der Glenoidgrube	110 „	100 „	88 „
Höhe der Scapula	?	?	550 „

Die Spina wird erst deutlich etwa 100 mm von der Glenoidgrube, sowohl bei Helladotherium von Pikermi als auch an der Scapula von Veles, bei Samotherium dagegen schon bei 70 mm, fast noch in gleicher Höhe mit dem Acromion. Die Scapula von Veles stimmt aber nicht allein in diesem Merkmal, sondern auch in den übrigen Verhältnissen viel besser mit der von Helladotherium überein, als mit der von Samotherium.

Die Wirbel, welche von Veles vorliegen sind zumeist Halswirbel, von den drei Stück Rückenwirbeln sind nur die Wirbelkörper erhalten geblieben. Von den Halswirbeln ist nur ein einziger, wohl der dritte, also der auf den Epistropheus folgende in seiner ganzen Länge erhalten. Von zwei weiteren, ebenfalls dritten oder vierten ist nur je eine Hälfte vorhanden. Außerdem liegen noch vor drei Bruchstücke mit der vorderen konvexen und zwei mit der hinteren konkaven Wirbelkörperepyphyse. Die meisten dieser Wirbel stammen wohl von einem einzigen Individuum.

Der vollständigste Wirbel hat folgende Maße:

Größte Länge an der Oberseite = 150 mm; Breite an den Zygapophysen 70 mm.
„ „ „ „ Unterseite = 135 mm; Höhe des Gelenkkopfes = 41 mm; bei einem zweiten = 43 mm.

Zum Vergleiche kann ich drei noch zusammenhängende Halswirbelgruppen von Samotherium aus Samos benützen. Die eine besteht aus dem dritten bis fünften Wirbel und hiezu gehört vielleicht ein Atlas. Die zweite besteht aus dem vierten und fünften, und die dritte aus dem fünften bis siebten Halswirbel und dem ersten Rückenwirbel, dessen Bestimmung dadurch sichergestellt erscheint, daß noch ein Teil der Rippe daran eingelenkt ist. Ohne diesen günstigen Zufall wäre die Bestimmung nicht so ganz sicher, weil die Wirbel mehr oder weniger durch Verdrückung gelitten haben und der sonst bei Wiederkäuern so leicht kenntliche sechste Halswirbel hier nicht sehr charakteristisch ausgebildet ist, denn die sonst schaufelartig entwickelten unteren Fortsätze stellen hier hinten nur eine Art Knopf und vorne bloß eine dünne schmale Spange dar. Dazu kommt noch ein isolierter dritter Halswirbel eines größeren, wohl männlichen Individuums aus den grünlich-grauen, weichen, mergeligen Tuffen, alle übrigen stammen aus den braunen und grünen körnigen Tuffen und gehören höchstwahrscheinlich zu den drei hornlosen, weiblichen Schädeln.

Dimensionen: Atlas. Größte Länge = 114 mm; Länge des Rückenmarkkanales = 62 mm.
Größte Breite = 105 mm.

Isolierter 3. ♂ Halswirbel. Länge an Oberseite = 150 mm;
Breite an den Postzygapophysen = 70 mm; Höhe des Gelenkkopfes = 38 mm.

Reihe A	4. ♀ Halswirbel: Länge oben = 142 mm;	Breite an Postzyapophysen	= 75 mm.
		Höhe des Gelenkkopfes	— 36 „
	5. „ „ „ = 140 „ ;	Breite an Postzyapophysen	= 70 „
		Höhe des Gelenkkopfes	= 38 „
Reihe B	5. ♀ Halswirbel: Länge oben = 125 „ ; plump verdrückt	Breite an Postzyapophysen	= 85 „
		Höhe des Gelenkkopfes	= 43 „
	6. „ „ „ = 115 „ ;	Breite an Postzyapophysen	= 72 „
		Höhe des Gelenkkopfes	= 38 „

Reihe C	6. ♀ Halswirbel: Länge oben = 112 mm;	Breite an Postzyapophysen	= 62 mm.
		Höhe des Gelenkkopfes	= 38 „
	7. „ „ „ = 105 „ ;	Breite an Praezyapophysen	= 65 „
		Höhe des Gelenkkopfes	= 37? „

Länge aller Halswirbel etwa 650—700 mm?, also etwa wie beim Riesenhirsch.

Ähnlich scheint auch die Halslänge von Helladotherium gewesen zu sein, denn Gaudry gibt (p. l. c., p. 260) an, daß der Hals etwa ebenso lang war wie bei Megaceros. An dem Riesenhirschskelett der Münchener Sammlung mißt der Hals etwa 700 mm.

Helladotherium hat sich von allen fossilen Camelopardaliden am weitesten in Europa verbreitet, denn außer bei Pikermi fand es Gaudry auch am Mont Lébéron in der Vaucluse, und Astragalusknochen dieser Gattung kamen auch bei Baltavár und Polgárdi in Ungarn zum Vorschein. Als weiteren Fundplatz haben wir jetzt auch Veles in Mazedonien hinzuzuzählen.

Samotherium dagegen ist in der Hauptsache auf die Insel Samos und auf Maragha beschränkt. Seine eigentliche Heimat ist vielleicht das nördliche China, wenigstens erhielt die Münchener paläontologische Sammlung von dort eine nicht unbeträchtliche Anzahl meist sehr gut erhaltene Zähne.[1]) Einen Zahn von Helladotherium oder einer jedenfalls sehr nahestehenden Gattung fand Professer Kattwinkel in der Seringeti-Steppe in Ostafrika, zusammen mit Resten eines dreizehigen Pferdes, von Hippopotamus etc. Aus den nämlichen Schichten sollen angeblich auch die von Dietrich als Elephas antiquus bestimmten Elephantenreste stammen, woraus sich ergeben würde, daß Helladotherium in Afrika bis etwa in das Altpleistocän gelebt hätte. Auch in den Ablagerungen der indischen Siwalikhügeln wurde das Vorhandensein der Gattung Helladotherium nachgewiesen, denn Pilgrim[2]) hat gezeigt, daß Hydaspitherium grande mit Helladotherium identisch ist. Das Alter der Schichten — Dhok Pathan —, aus denen diese Reste stammen, wird etwa als Unterpliocän angesprochen werden müssen.

Es ist wohl nicht ganz überflüssig hier auch noch den vermeintlichen Sivatheriumfund bei Adrianopel zu besprechen, da der eine oder andere Fachmann vielleicht doch auf die Vermutung kommen könnte, daß das Schädeldach von Veles allenfalls einem Sivatheriiden angehören dürfte, nachdem doch in nicht allzu großer Entfernung von dieser Lokalität schon früher das Vorkommen von einem Sivatheridenrest nachgewiesen wäre.

Der fragliche Rest ist ein Hornzapfen aus altpleïstocänen Sanden. Abel[3]) bestimmte ihn als hinteren Schädelzapfen eines Sivatheriiden, weil er hohl und auf der Außenseite mit tiefen weitverzweigten Gefäßeindrücken versehen war. Die Anwesenheit eines Hohlraumes darf jedoch keineswegs als Beweis dafür angesehen werden, daß dieses fragliche Stück auf keinen Fall das Bruchstück eines riesigen Hirschgeweihes sein könnte, denn von den mir vorliegenden großen Geweihen zeigen nicht wenige einen solchen Hohlraum,

---

[1]) Schlosser M. Die fossilen Säugetiere Chinas. Abh. d. bayer. Akad. d. Wiss. II. Kl. XXII. Bd. 1903. p. 106, Taf. IX Fig. 1, 3, 4, 7, 9, 10, 18.

[2]) Pilgrim G. E. The fossil Giraffidae of India. Palaeontologia indica. Mem. geolog. Survey of India. Vol. IV. 1911. p. 5, pl. III.

[3]) Abel O. Über einen Fund von Sivatherium giganteum bei Adrianopel. Sitzb. d. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Kl. CXIII. 1904. S. 629.

der durch Auswitterung der spongiösen Maße entstanden ist. Das einzige, was man zu Gunsten der Bestimmung als Sivatherium anführen könnte, bleibt demnach die beträchtliche Größe dieses Stückes. Wir werden daher gut tun, wenn wir das Vorkommen von Sivatherium bei Adrianopel so lange in Zweifel ziehen, als nicht beweiskräftigere Reste dort gefunden werden.

Tragocerus amaltheus *Roth* und *Wagner sp.*

Gaudry A. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. Paris 1862. p. 278, pl. XLVIII Fig. 4—7, pl. XLIX.

Gaudry A. Animaux fossiles du Mont Lebéron. Paris 1873. p. 50, pl. IX Fig. 8—11, pl. X.

Pethö J. Über die fossilen Säugetiere von Baltavár. Jahresber. d. k. ung. geolog. Anstalt. 1884. p. 460.

Weithofer A. Beiträge zur Kenntnis der Fauna von Pikermi. Beiträge zur Paläontologie Österr.-Ungarns und des Orients. Wien 1888. Bd. VI, p. 289, Taf. XIX Fig. I.

Depéret Ch. Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône. Annal. du Museum d'histoire naturelle de Lyon. T. IV. 1887. p. 245, pl. XII Fig. 1—3.

Depéret Ch. Les terrains tertiaires de la Bresse. Études des gîtes mineraux de la France. 1894. p. 51, pl. II Fig. 1—4.

Vacek. Über Säugetierreste der Pikermifauna vom Aichkogel bei Mödling. Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt Wien. 1890. p. 183, Taf. VII Fig. 6.

Kórmos Th. Der pliocaene Knochenfund von Polgárdi. Földtani-Közlöny. 1911. p. 187.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia du district Bender. Annuaire géologique de la Russie. Jurjew 1913. pag. 123, Tab. IX Fig. 3—4.

Pavlow M. Mammifères tertiaires de la Nouvelle Russie. Nouv. mémoires de la société des nat. de Moscou. 1913. p. 12, pl. I Fig. 9.

Von allen Antilopen, die bei Veles verkommen, ist Tragocerus weitaus am häufigsten. Das vorliegende Material besteht aus einem Cranium mit den Augenhöhlen, an dem jedoch die Hornzapfen abgebrochen sind, aus einem Schädelfragment mit der Basis der Hornzapfen, aus einem linken Hornzapfen, ferner aus 2 rechten Oberkiefern von erwachsenen, und ebenso vielen rechten und einem linken Oberkiefer von jungen Individuen. Dazu kommen ein Paar zusammengehörige Unterkiefer mit stark abgekauten Zähnen, Fragmente von 4 rechten und 2 linken Unterkiefern von alten Tieren, und von 3 linken und einem rechten Unterkiefer mit Milchzähnen, so daß auf die Anwesenheit von mindestens 5 erwachsenen und 4 jugendlichen Individuen geschlossen werden darf, da auch von den Milchgebissen nur ein linker Oberkiefer zu einem Unterkiefer paßt.

Eines der oberen Milchgebisse enthält außer den stark abgekauten D^2—D^4 auch M^1, welcher gleichfalls schon eine beträchtliche Usur aufweist, ein zweites, dessen D^3 und D^4 schon stark abgerieben sind, zeigt die darunter sitzenden P^3 und P^4. Der dritte Oberkiefer trägt D^{2-4} von sehr mäßiger Abkauung. Von den Unterkiefern enthält der vollständigste den stark abgetragenen D_4 und M_1 und M_2 und das wohl dem nämlichen Individuum angehörige Fragment des rechten Unterkiefers den bereits funktionierenden M_2 und den noch nicht in Funktion getretenen M_3. An einem dritten Unterkieferfragment,

dem jüngsten Individuum angehörig, ist M_2 erst im Durchbruch begriffen. Nach den Verhältnissen bei Gemse[1]), wo dieser Zahn erst im November des zweiten Lebensjahres in Funktion ist, wäre dieses Individuum etwa im Spätsommer mit 1¹/₄ Jahren zu Grunde gegangen. Auch beim Edelhirsch[2]) kommt dieser Zahn erst im Herbst zur wirklichen Geltung. Die übrigen Kiefer dürften von Tieren stammen, welche ungefähr um ein Jahr älter, also etwa mit 2¹/₄ Jahren verendeten, soferne Tragocerus im Mai oder im Juni setzte, wie das bei Gemse und Edelhirsch der Fall ist.

Von Extremitätenknochen sind zu nennen ein distales Ende einer linken Scapula, Distalenden von 7 linken und 3 rechten Humeri, Oberenden von 3 linken und 3 rechten Radii, das Distalende eines rechten und eines linken Radius, 2 Olecranonfragmente, ein ziemlich vollständiger linker Carpus (Scaphoid, Lunatum, Pyramidale, Pisiforme, Magnum und Unciforme) mit dem Oberende des dazu gehörigen Metacarpus, ferner ein Fragment der rechten Pelvishälfte, ein annähernd vollständiges rechtes Femur und 2 distale Enden von rechten und einem linken Oberschenkelknochen, eine vollständige rechte Tibia, die Proximalenden von 3 linken nebst den Distalenden von 2 rechten und 2 linken Tibien, ein vollständiger linker Tarsus, ein rechter Astragalus, die Oberenden eines rechten und linken Metatarsus und Bruchstücke von je einem rechten und linken Mittelfußknochen. Zu erwähnen ist außerdem eine halbe Phalange der oberen und eine ganze der unteren Reihe. Auch aus dieser Zusammenstellung der Extremitätenknochen ergibt sich die Anwesenheit von wenigstens 7 Individuen.

Wesentlich Neues bieten die bei Veles gefundenen Tragocerus-Reste nicht, es sei nur erwähnt, daß an den oberen M die inneren Basalpfeiler meistens ganz fehlen, und der von D^4 dünn und niedrig bleibt. Jedoch liegt auch ein Oberkiefer vor, an welchem diese Basalpfeiler sogar kräftiger sind als an den meisten oberen M von Pikermi. Dagegen ist die Entwicklung des Basalpfeilers an allen unteren M gleich kräftig und die Höhe ziemlich beträchtlich, namentlich an M_1. Die Kulissen an dem Protokonid der unteren P scheinen an frischen Zähnen etwas schwächer zu sein als an gleichjugendlichen Zähnen aus Pikermi, es kann das aber vielleicht ein Geschlechtsunterschied sein. Die Oberfläche des Cranium ist hinter den Hornzapfen scheinbar etwas eingesenkt, in Wirklichkeit rührt dies davon her, daß die Basis der beiden Hornzapfen sich als Wulst schräg nach vorwärts verlängert und diese Wülste vorne fast zusammenstoßen und über die Fläche der Frontalia herausragen. Der Schädel erinnert in dieser Hinsicht am meisten an den von Tragocerus rugosifrons, welchen ich aus dem Pliocän der Insel Samos beschrieben habe.[3]) Er unterscheidet sich aber durch seine steil ansteigende Profillinie und gleicht hierin ganz dem Gaudry'schen Originale von Pikermi.[4]) Die Knochen der Extremitäten zeichnen sich durch Schlankheit aus.

Die von Gaudry angegebenen Maße der einzelnen Zähne sind um ein geringes größer als jene der Zähne von Veles, namentlich gilt dies von den Milchzähnen, jedoch

[1]) Nitsche, Altersbestimmung des Schwarz- und Gemswildes nach dem Gebiß. Deutsche Jägerzeitung. 1878. Bd. IX, p. 15.

[2]) Nehring und Schäff. Tabellarische Übersicht zur Altersbestimmung des Reh-, Rot- und Schwarzwildes.

[3]) Schlosser M. Fossile Cavicornier der Insel Samos, p. 64, Taf. XII, Fig. 1—4, 6.

[4]) l. c. p. 289, pl. XLIX Fig. 1.

möchte ich hierauf kein besonderes Gewicht legen, zumal da seine Maßzahlen nicht mit den abgebildeten Zähnen übereinstimmen. Dagegen besteht so gut wie gar kein Unterschied zwischen den von Gaudry angegebenen Maßzahlen der Extremitätenknochen von Pikermi und den mir vorliegenden von Veles.

Wesentlich kleiner sind sowohl die Zähne als auch die wenigen zu Tragocerus gehörigen Knochen von der Insel Samos. Ich habe daher die dortige Rasse als Varietas parvidens[1]) bezeichnet. Auf die relative Kleinheit des Tragocerus amaltheus von Mont Lébéron in der Vaucluse hat schon Gaudry hingewiesen. Klein sind auch die wenigen Überreste dieser Gattung, welche Depéret von Croix Rouse bei Lyon beschrieben hat. Sehr klein ist ferner der von Vacek abgebildete Astragalus vom Eichkogel bei Mödling. Dagegen dürften die Tragocerus-Reste von Ungarn — Baltavár und Polgárdi —, sowie jene von Taraklia in Bessarabien in ihren Dimensionen jenen von Pikermi ziemlich nahe kommen. Bei Maragha in Persien scheint Tragocerus amaltheus[2]) zu fehlen.

Über die allenfallsige Hornlosigkeit der Weibchen von Tragocerus gibt das Material von Veles keine Auskunft. Wenn man übrigens bedenkt, daß Gaudry unter seinen so zahlreichen Tragocerus-Resten von Pikermi, von denen doch gewiß ein beträchtlicher Teil von Weibchen stammt, kein einziges hornloses Schädelstück gefunden hat, so wird es höchst wahrscheinlich, daß der von Weithofer[3]) abgebildete hornlose Schädel eben doch nur eine individuelle Ausnahme bildet.

Die Abstammung der Gattung Tragocerus und ihre etwaige phylogenetische Bedeutung für spätere Antilopengattungen habe ich schon früher eingehend behandelt[4]) (l. c. p. 62). Der ächte Tragocerus amaltheus scheint auf Europa beschränkt zu sein, denn die von Maragha in Persien und von Samos zitierten Reste weisen bemerkenswerte Unterschiede auf. Die von Samos verteilen sich auf Tragocerus rugosifrons und auf eine Varietät T. amaltheus parvidens und aus China habe ich mehrere Arten dieser Gattung beschrieben. Als Vorläufer von Tragocerus kommen Antilope clavata aus dem Miocän von Sansan und Protragocerus Chantrei von la Grive St. Alban, Isère, in Betracht, jedoch hat die erstere eine verhältnismäßig tiefe und weite Tränengrube, und bei dem letzteren ist der Hornquerschnitt mehr gerundet-dreieckig. Die erstere dürfte wohl schon wenigstens in jenem Merkmal zu spezialisiert gewesen zu sein, um als wirklicher Ahne von Tragocerus gelten zu können. Dagegen könnte Protragocerus Chantrei[5]) ganz gut der direkte Stammvater von Tragocerus sein. Sein unmittelbarer Nachkomme ist wohl Tragocerus Leskewitschi[6]) Borissiak aus den sarmatischen

---

[1]) Schlosser M. Fossile Cavicornier der Insel Samos, p. 64, Taf. XII Fig. 1—4, 6.

[2]) Rodler und Weithofer. Die Wiederkäuerfauna von Maragha. Denkschr. d. math.-naturw. Kl. der Akad. d. Wiss. Wien 1890, p. 17, erwähnen zwar Zähne dieser Art, bemerken aber selbst, daß der einzige von dieser Lokalität vorliegende Hornzapfen nicht mit Sicherheit bestimmt werden könnte. Ich selbst habe jedoch auch von den Zähnen bemerkt (l. c.), daß sie verschieden sein dürften von denen des T. amaltheus.

[3]) l. c p. 289, Taf. XIX Fig. 1.

[4]) l. c. p. 59, Taf. XI Fig. 6—9, Taf. XII Fig. 5.

[5]) Depéret. Vertébrés miocénes de la vallée du Rhône. Archives du Muséum d'histoire naturelle de Lyon. IV. 1886. p. 249, pl. XII fig. 2—9, 11, 12.

[6]) Mammifères fossiles de Sebastopol. Mémoires du Comité géologique. Nouvelle série. Livraison 87. 1914. p. 127, pl. IV et V.

Schichten von Sebastopol. Dieser kleine Tragocerus eignet sich sowohl zeitlich als auch im Zahnbau und in der Form der Hornzapfen ganz gut als Ausgangspunkt für alle bekannten Arten dieser Gattung sowohl für die europäischen, als auch für die kleinasiatischen und jene aus dem Pliocän von China. Nachkommen scheint Tragocerus nicht hinterlassen zu haben.

Weder unter den Antilopen des jüngeren Pliocän noch auch unter den lebenden Formen gibt es solche, welche von Tragocerus abgeleitet werden könnten, denn bei keiner von diesen finden wir ähnliche, stark komprimierte Hornzapfen. Tragocerus dürfte schon bald nach der Hipparionenzeit vollständig ausgestorben sein, gleich der mit ihm ebenfalls nach dem westlichen Südeuropa vorgedrungenen Gazelle deperdita. Die auffallende Größenabnahme der westeuropäischen Tragocerus scheint auf Verkümmerung zu beruhen, veranlaßt durch ungünstige Lebensverhältnisse, vielleicht auch auf der Konkurrenz mit den hier vorherrschenden Hirschen, jedoch kann der letztere Umstand nicht allein entscheidend gewesen sein, da Hirsche neben Tragocerus auch in Ungarn und in Bessarabien gelebt haben. In China, wo ja Tragocerus durch mehrere Arten vertreten war,[1]) scheint dagegen wie bei Pikermi, Samos und Maragha eine ziemlich scharfe Grenze in der Verbreitung der Antilopen und der Hirsche existiert zu haben.

? Tragocerus *sp.*

Große Schwierigkeiten bietet die generische Bestimmung eines Antilopenschädels von Veles, welcher sich zwar im Zahnbau und in der Größe der Zähne sehr eng an Tragocerus amaltheus anschließt, durch die Form des Querschnittes der Hornzapfen und durch den Besitz von tiefen ausgedehnten Tränengruben jedoch vollständig von dieser Art abweicht.

Das Schädeldach liegt fast in einer Ebene mit der Oberfläche der Nasalia, nur vor und zwischen den Hornzapfen ist die Stirne etwas aufgebläht. Die Hornzapfen stehen weit auseinander, sie sind stark nach hinten und nach außen geneigt und haben einen gerundet-dreieckigen Querschnitt. Die Innenseite bildet einen fast vollständigen Halbkreis, die Vorder- und Außenseite stoßen beinahe unter einem rechten Winkel zusammen. Leider ist der rechte Hornzapfen, auf dessen Querschnitt sich diese Angabe bezieht, dicht an seiner Basis abgebrochen. Vom linken Hornzapfen ist zwar noch ein etwas längeres Stück erhalten, dafür ist er jedoch von vorne her etwas zusammengedrückt, so daß sich sein ursprünglicher Querschnitt nicht mehr mit Sicherheit feststellen läßt. In seiner jetzigen Form bildet er eine ziemlich regelmäßige Ellipse, deren Längsdurchmesser fast senkrecht zur Schädelachse gerichtet ist. Die Hörner stehen ziemlich weit hinter den Augenhöhlen. Die Scheitelbeine sind sowohl an den Seiten als auch gegen das Supra-Occipitale durch eine Kante begrenzt, die an den Seiten sogar zu einem wirklichen Kamm ausgebildet erscheint. Die Oberfläche der Scheitelbeine ist mit Runzeln bedeckt. Das Occiput fehlt vollkommen, so daß wir über die wirkliche Ausdehnung des Craniums nichts sicheres wissen und ebensowenig darüber, ob die Hinterhauptfläche senkrecht abfiel oder ob sie nach rückwärts oder

[1]) Schlosser M. Die fossilen Säugetiere Chinas. Abh. d. bayer. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Kl. 1903. p. 142—145. Es sind von hier 4 Arten dieser Gattung bekannt: Tragocerus gregarius, spectabilis, sylvaticus und Kokeni.

nach vorwärts geneigt war. Das deutliche Konvergieren der Flanken des Craniums nach rückwärts und die Lage der Glenoidfacette des Squamosums, fast senkrecht unter der Basis der Hornzapfen, lassen jedoch immerhin darauf schließen, daß das Hinterhaupt wohl nicht allzu weit nach rückwärts hinausragte. Das Basisoccipitale bildet mit der Verlängerung des Gaumens einen sehr stumpfen Winkel. Der Jochbogen ist sehr kurz, die seitlich weit vorspringende Augenhöhle ziemlich groß. Wenn auch infolge der Verdrückung der Schädel etwas deformiert erscheint, so dürfte diese Verdrückung doch nicht allzuviel ausmachen, denn sie betrifft ohnehin nur die linke Seite und hat sie etwas nach rückwärts verschoben, wobei die Stirnbeine und Tränenbeine stark zerquetscht wurden. Der Oberkiefer weist eine weitausgedehnte tiefe Tränengrube auf. Ob Ethmoidallücken vorhanden waren läßt sich nicht entscheiden, da gerade diese Partien des Schädels verdrückt und Stücke der Ethmoidea und Fragmente der Oberkiefer in einander greifen, sodaß auch bei vollständigerer Freilegung doch nicht zu entscheiden wäre, was wirkliche Foramina und Lücken sind und welche Stellen nur solche vortäuschen infolge von Abblätterung der auf der etwa entblößten inneren Gesteinsmasse sitzenden Knochenfragmente. Dieser Teil des Schädels besitzt anscheinend viele und große Sinusse.

Im Zahnbau stimmt dieser Schädel gut mit Tragocerus amaltheus überein, namentlich gilt dies von den Prämolaren. Der Basalpfeiler der oberen Molaren dürfte auch an frischen Zähnen nicht sehr hoch gewesen sein. Sein Querschnitt ist länglich birnförmig. Der Schmelz erscheint ziemlich rauh.

Dimensionen.

Länge der Zahnreihe P^2—M^3 = 104 mm; Länge der 3 P = 47 mm; Länge der 3 M = 62 mm.
Länge des M^2 = 23 mm; Breite desselben = 24 mm.
Abstand der beiden Zahnreihen vor P^2 = 44 mm; hinter M^3 = 54 mm.
Abstand des Hinterrandes des M^3 von der Vorderobenecke der Orbita = 97 mm.
Abstand der beiden Postorbitalränder von einander = 146 mm.
Breite an der Grenze der Frontalia = 51 mm.
Abstand der beiden Hornzapfen an der Basis = 47 mm; Größter Durchmesser des rechten Hornzapfens = 42 mm.
Breite des Craniums dicht hinter den Hornzapfen = 90 mm; an Außenseite derselben = 132 mm.
Abstand der Schädelbasis vom Mittelpunkt der Scheitelregion = 87 mm.

Am ähnlichsten ist der von mir beschriebene Schädel von Tragocerus rugosifrons.[1]) Er zeigt ebenfalls die wulstige Umgrenzung des Scheitels, die Auftreibung der Stirn, auch die geringe Knickung der Schädelachse und die weite Tränengrube und die schmale Nase. Auch Richtung und das Divergieren der Hörner scheint sehr ähnlich gewesen zu sein, jedoch ist der Querschnitt der Hornzapfen deutlich dreikantig und ihre Außen- und Innenseite stoßen unter einem sehr spitzen Winkel zusammen. Einige Ähnlichkeit hat auch der von Pavlow[2]) beschriebene Schädel des Tragocerus Frolowi von

[1]) Die fossilen Cavicornier der Insel Samos. Beiträge zur Paläont. Österr.-Ungarns und des Orients. Bd. XVII. 1904. p. 64, Taf. XII Fig. 1—4, 6.

[2]) Mammifères tertiaires de la Nouvelle Roussie. Nouveaux mémoires de la Société de naturalistes de Moscou. 1913. p. 8, pl. I Fig. 5, 7.

Tschobrutschi in Bessarabien. Allerdings bietet die Vergleichung erhebliche Schwierigkeiten, da hier die Gesichtspartie vollständig weggebrochen und nur das Cranium mit beiden Hornzapfen vorhanden ist, so daß der Vergleich sich auf die Stirnregion beschränkt. Die Stirnbeine zeigen zwar auch hier Runzelung, aber die Ansatzstellen der scharfkantigen Hörner rücken viel näher zusammen. An dem ebenfalls zu Tragocerus Frolowi gerechneten Oberkiefer sind die M mit Basalband und je zwei Basalwärzchen versehen. Übrigens hat diese neue Tragocerus-Art doch so große Ähnlichkeit mit Tragocerus amaltheus, daß ich ihre Berechtigung entschieden bezweifeln muß.

Der rundliche oder doch elliptische Querschnitt der Hornzapfen des Schädels von Veles spricht gegen die Zugehörigkeit zur Gattung Tragocerus. Noch ferner stehen jedoch alle übrigen Antilopengattungen von Pikermi, Samos, Maragha und Bessarabien, nur das bis jetzt bloß auf Samos gefundene Genus Pseudotragus[1]) weist wenigstens im Bau der Gesichtspartie eine gewisse Ähnlichkeit auf. In der Stellung der Hornzapfen und in der Form ihres Querschnittes scheinen die von Khomenko als Procobus Brauneri[2]) und Melania[3]) beschriebenen Antilopen von Taraklia am nächsten zu kommen, aber leider sind die Abbildungen zu dürftig, vor allem fehlt eine Oberansicht des Schädels, und was besonders nötig gewesen wäre, ein Resumé in französischer Sprache.[4]) Bei Beurteilung dieser beiden Arten bin ich daher ausschließlich auf die Abbildungen angewiesen. Procobus Brauneri beruht auf einem Schädel mit beiden Hornzapfen und den zwei letzten oberen Molaren. Er scheint für unsere Form entschieden zu groß zu sein, der Abstand der beiden Hornzapfen dürfte bei Procobus Brauneri circa 200 mm betragen und die beiden abgebildeten M sind ebenfalls größer als jene an dem Schädel von Veles — 58 mm anstatt 40 mm. Auch fehlen Basalpfeiler vollständig an diesen M. Eher könnte Procobus Melania in der Größe mit unserer Form übereinstimmen, allein die Art ist ganz ungenügend begründet auf ein Stirnbeinfragment mit Hornzapfen.

Im Bau des Schädels und in der Stellung der im Querschnitt gerundet dreieckigen Hornzapfen sowie in der Größe hat Cobus palaeindicus Lydekker[5]) anscheinend ziemlich große Ähnlichkeit, wenigstens das Original zu Fig. 1, jedoch fällt die Gesichtspartie etwas rascher nach vorne zu ab. Auch dürfte die Tränengrube etwas seichter sein. Leider ist von dieser indischen Antilope nicht mehr bekannt und vor allem über die Zähne überhaupt gar nichts angegeben. Überdies stammen diese Schädel aus wesentlich jüngeren Ablagerungen,[6]) so daß es nicht einmal statthaft sein dürfte, diese indische Antilope und

[1]) Die fossilen Cavicornier der Insel Samos. Beiträge zur Paläontologie Österr.-Ungarns und des Orients. Bd. XVII. 1904. p. 51, Taf. X Fig. 1—8.

[2]) La faune méotique du village de Taraklia. Annuaire géologique de la Russie. Vol. XV. Jurjew 1913. p. 128, Tab. IX Fig. 1, 2.

[3]) Ibidem, p. 127, Tab. VIII Fig. 18.

[4]) Es ist nicht recht verständlich, warum Verfasser über diese neue Antilope kein Resumé in französischer Sprache gegeben hat, das doch unvergleichlich viel notwendiger wäre, als die wortwörtliche Übersetzung der Beschreibung seiner höchst problematischen neuen Cervidengattungen.

[5]) Siwalik Mammalia. Supplement I. Indian Tertiary and Postertiary Vertebrata. Memoirs of the Geological Survey of India. Calcutta 1886. Vol. IV, p. 12, pl. III Fig. 1—3.

[6]) Nach Pilgrim Guy E. — The Correlation of the Siwalik with Mammals Horizons. Records of the Geological Survey of India. Vol. XLIII. 1913. p. 324, — stammt diese Antilope aus der Boulder Conglomerat-Zone, also aus oberstem Pliocän und älterem Pleistocän.

den vorliegenden Schädel in das gleiche Genus einzureihen. Es wird sich daher empfehlen von der definitiven Genusbestimmung abzusehen und ihn nur mit Fragezeichen als Tragocerus anzuführen.

Palaeoreas Lindermayeri *Wagner sp.*

Gaudry A. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. 1862. p. 290, pl. LII Fig. 45, pl. LIII—LV.

Diese bei Pikermi nicht allzu seltene aber bisher von keinem anderen Fundort mit Sicherheit nachgewiesene Antilope, kommt offenbar bei Veles vor, denn es fand sich hier die Spitze eines rechten Hornzapfen, welcher die beiden für diese Gattung so charakteristischen Kiele zeigt, wärend die sonst sehr nahestehende und eine Zeit lang mit Palaeoreas vereinigte Gattung Protragelaphus nur einen solchen besitzt. Auch verjüngen sich die Hornzapfen gegen die Spitze viel rascher als bei Palaeoreas und die Supraorbitallöcher liegen nicht in besonderen Gruben wie das bei Palaeoreas der Fall ist. Überdies sind sie bei Letzterem viel größer.

Protragelaphus cfr. Skouzesi *Dames.*

Dames W. Eine neue Antilope aus dem Pliozän von Pikermi in Attika. Sitzber. Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin. 1883, p. 95.

Weithofer A. Beiträge zur Kenntnis der Fauna von Pikermi bei Athen. Beiträge zur Palaeont. Österr.-Ungarns. Wien 1887. VI. p. 285, Taf. XVI Fig. 4—6.

Rodler und A. Weithofer. Die Wiederkäuer der Fauna von Maragha. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien 1890. p. 769.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia du district de Bender. Annuaire géologique de la Russie. 1913. p. 127.

Pavlow M. Mammifères tertiaires de la Nouvelle Russie. Nouveaux mémoires de la société des naturalistes de Moscou. 1913. p. 16, pl. I Fig. 19, 20.

Zu dieser Antilope gehört wahrscheinlich ein Schädelfragment (Stirnbein), mit Ansätzen der Hornzapfen, welches mit dem Originale aus Pikermi die Größe, den gleichen Knickungswinkel der Stirne, die kleinen, nicht in besondere Gruben eingesenkten Supraorbitalforamina und die Querschnittsform der Hornzapfen gemein hat. Die Hörner sind an der Basis gerundet viereckig, sie divergieren anfangs sehr wenig und die Vorderseite der Hornzapfen fällt genau in die Verlängerung der Stirne nach aufwärts.

Große Schwierigkeit bietet die generische Bestimmung der Backenzähne. Eine Grundlage hiefür besitzen wir eigentlich nur darin, daß die von Palaeoreas etwas kleiner sind als die von Protragelaphus. An dem Schädel des Gaudry'schen Originals von Palaeoreas ist die Länge der drei oberen M 40? mm, an dem Originale Wagners und an einem zweiten Oberkiefer der Münchener Sammlung 39 mm. Dagegen messen die drei oberen M an dem Schädel von Protragelaphus 44 mm, an einem vollständigen Oberkiefer 45 mm.

Die oberen M beider Gattungen zeigen keine bemerkenswerten Unterschiede, jedoch sind die Pfeiler und Falten der Außenwand bei Palaeoreas in der Regel etwas kräftiger

und der allerdings sehr variable, innere Basalpfeiler meist etwas stärker als bei Protragelaphus, wo er fast immer nur an M^2 vorkommt. Charakteristisch ist dagegen der obere P^4 durch seinen deutlich dreieckigen, nach innen zu sich rasch verjüngenden Innenmond, während der von Protragelaphus wohlgerundet ist und bis fast an seine Basis einen regelmäßigen Halbzylinder bildet.

Den Oberkieferzähnen von Protragelaphus entsprechen im Unterkiefer ziemlich plumpe, mäßig hohe M, mit kurzem zylindrischen Basalpfeiler und wenigstens nach dem Unterkiefer von Protragelaphus Zitteli[1]) aus Samos zu schließen mit sehr komplizierten P. P_4 besitzt infolge der Streckung des Innenhöckers neben dem Hauptzacken eine wirkliche Innenwand, an P_3 ist dieser Innenhöcker als dicke Kulisse entwickelt und der Hauptzacken an seiner Basis ebenfalls stark verdickt. P_2 erscheint zwar ziemlich kurz aber plump.

Einige Kieferstücke mit plumpen mäßig hohen M, kräftigem Basalpfeiler, und halbkreisförmigen dritten Lobus an M_3 liegen nun auch von Veles vor, jedoch sind sie größer als bei Protagelaphus Zitteli von Samos. Sie entsprechen in dieser Hinsicht besser den Zähnen von Skouzési. Es sind Fragmente von zwei rechten und zwei linken Unterkiefern. Von den ersteren zeigt das vollständigere M_2 und M_3, von den letzteren M_1 und M_2. Die beiden übrigen tragen nur M_3. Sie verteilen sich zusammen auf mindestens drei Individuen. Außerdem sind noch die beiden zusammengehörigen Unterkiefer eines jugendlichen Individuums vorhanden mit D_2—M_2 und den meisten ID, deren spezifische Bestimmung jedoch nicht ganz sichergestellt erscheint, weil D_3 etwas zu zierlich gebaut ist für einen Vorläufer des P_3 von Protragelaphus. Auch haben die verhältnismäßig hohen M einen kurzen aber dicken Basalpfeiler.

Was das Alter dieses Individuums betrifft, so können bei seiner geringen Körpergröße höchstens noch Schaf und Reh zum Vergleich herangezogen werden. Bei Schaf[2]) bricht M_2 im neunten Monat durch, auch beim Reh erscheint dieser Zahn recht früh. Das Gebiß hat hier nach der Übersicht, welche Nehring[3]) gegeben hat, Anfang Dezember des ersten Lebensjahres, also mit 6—7 Monaten, das nämliche Stadium erreicht, wie an den Kiefern von Veles. Das Tier dürfte etwa im Oktober oder November zu Grunde gegangen sein, sofern es im April oder Mai zur Welt gekommen war.

Von Extremitätenknochen liegt mir nur ein jugendlicher rechter Metatarsus vor, welcher allenfalls zu Protragelaphus Skouzesi gestellt werden könnte.

Dimensionen:

M_1 Länge = 12,5 mm; Breite hinten an Basis = 9 mm.
M_2 Länge = 16 mm; Breite hinten an Basis = 10 mm.
M_3 Länge = 20,5 mm; Breite vorne an Basis = 9,5 mm; Höhe = 15 mm.
Länge von D_2—M_2 = 63 mm; Abstand des D_2 von CD = 35 ? mm.
Länge des D_2=7,5 mm; Länge des D_3=10 mm; Länge des D_4=18 mm; Länge des M_1=14 mm.

[1]) Schlosser M. Die fossilen Cavicornier der Insel Samos. Beitr. z. Paläont. Österr.-Ungarns und des Orients. XVII. 1904. p. 31 Taf. V, VI Fig. 2, 3, 5, 12.

[2]) Kroon H. M. Die Lehre von der Altersbestimmung bei den Haustieren. Hannover 1916, p. 160.

[3]) Nehring und Schäff. Tabellarische Übersicht zur Altersbestimmung des Reh-, Rot- und Schwarzwildes, p. 234.

Höhe des $D_2 = 6$ mm; Höhe des $D_3 = 6{,}8$ mm; Höhe des $D_4 = 7$ mm; Höhe des $M_1 = 14$ mm.
Breite des $D_2 = 4$ mm; Breite des $D_3 = 5$ mm; Breite des $D_4 = 8{,}5$ mm; Breite des $M_1 = 9$ mm.
Höhe am ersten Lobus des $M_2 = 21$ mm.
Länge des Metatarsus = 190? mm; Breite am proximalen Gelenk = 24 mm; Breite in Mitte = 16 mm; Breite an der unteren Epiphyse = 30 mm.

Von Protragelaphus Skouzesi kennt man Hornzapfen aus Maragha in Persien, ferner erwähnt Khomenko zwei obere M von Taraklia in Bessarabien und Pavlow beschreibt mehrere Schädelstücke mit Hornzapfen von Grebeniki in Cherson; dagegen scheint Palaeoreas Lindermayeri auf Pikermi und Veles beschränkt zu sein, wohl aber hat sie einen nahen Verwandten Palaeoreas sinensis[1]), in der Hipparionfauna Chinas. Beide Gattungen sind jedenfalls sehr nahe verwandt. Über ihren Ursprung wissen wir nichts Näheres, dagegen dürfte es kaum einem Zweifel unterliegen, daß sich aus einer von ihnen unter Zunahme der Körpergröße die lebende Gattung Strepsicerus entwickelt hat.

Gazella brevicornis *Roth* und *Wagner.*

Gaudry A. Animaux fossiles et Géologie de l'Attique. Paris 1862. p. 299, pl. LVI Fig. 1—4, pl. LVII.

Pethö J. Über die fossilen Säugetiere von Baltavár. Jahresber. d. k. ung. geolog. Anstalt. 1884. p. 460.

Schlosser M. Die fossilen Cavicornier der Insel Samos. Beitr. z. Paläontol. Österr.-Ungarns und des Orients. Wien 1904. p. 66, Textfigur.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia. Annuaire géologique de la Russie. Vol. XV. Jurjew 1913. pag. 120.

Kórmos Th. Der Knochenfund von Polgárdi. Földtani-Közlöny. 1911. pl. 87.

Pavlow M. Mammifères tertiaires de la Nouvelle Russie. Nouv. mémoires de la société des naturalistes de Moscou. LXVII. 1913. p. 19, pl. II Fig. 1—9.

Von dieser Gazelle liegen vor fünf Hornzapfen, welche sich auf mindestens drei Individuen verteilen und ein Fragment des linken Unterkiefers, an welchem noch P_3 vorhanden ist, während die folgenden Zähne P_4 und M_1 als Abdruck im Gestein erhalten waren.

Sehr viel häufiger als an der neuen Lokalität ist diese durch ihre wenig gebogenen und im Querschnitt nahezu kreisrunden Hornzapfen charakterisierte Art bei Polgárdi in Ungarn. Sie fehlt auch nicht an der schon lange bekannten Lokalität Baltavár. Khomenko hat sie auch vor kurzem bei Taraklia in Bessarabien gefunden. Vor einigen Jahren erhielt die Münchener paläontologische Sammlung ein Schädelfragment mit den beiden ganz typischen Hornzapfen aus den gelblich-braunen Tuffen der Insel Samos.

Höchstwahrscheinlich ist mit dieser Art identisch die von M. Pavlow beschriebene Gazelle Schlosseri aus Bessarabien und Cherson, denn der einzige durchgreifende Unterschied gegenüber brevicornis besteht in der tieferen Furchung der Hornzapfen, ein Merkmal, welchem man kaum größeren Wert beilegen kann.

[1]) Schlosser M. Die fossilen Säugetiere Chinas. Abh. d. bayer. Akad. d. Wiss. II. Kl. XXII, 1. 1903. p. 140, Taf. XI Fig. 24—29, 33, 34.

Neues bietet das mir jetzt vorliegende Material von Gazella brevicornis nur insoferne, als ein von Polgárdi stammendes Unterkieferfragment den Abstand der Alveole des Canin vom P_2 erkennen läßt. Er beträgt 30 mm. Auch wäre zu bemerken, daß P_3 und P_4 an dieser Lokalität eine etwas stärkere Ausbildung der Kulisse neben dem Protokonid aufweisen.

Gazella brevicornis ist in Europa im Gegensatz zur folgenden nicht weiter westlich vorgedrungen als bis Ungarn — Baltavár und Polgárdi —. In der Hauptsache ist sie eine südosteuropäische Form, die sich außer bei Pikermi auch bei Taraklia in Bessarabien, bei Veles in Mazedonien und in Asien auf Samos und bei Maragha in Persien findet. Nachkommen dieser im Zahnbau noch sehr primitiven Gazelle sind, wie ich anderer Stelle (l. c. p. 89) bemerkt habe, nicht mit Sicherheit bekannt.

Gazelle deperdita *Gervais.*

Gaudry A. Animaux fossiles du Mont Lebéron. Paris 1873. p. 57, pl. XI, XII.

Depéret Ch. Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône. Archiv. du Museum de Lyon. T. IV. 1887. p. 242, pl. XII Fig. 10.

Depéret Ch. Les terrains tertiaires de la Bresse. Études des gîtes minéraux de la France. Paris 1894. p. 52, pl. XII Fig. 5.

Khomenko J. La faune méotique du village Taraklia. Annuaire géologique de la Russie. Vol. XV. Jurjew 1913. p. 120.

Pavlow M. Mammifères tertiaires de la Nouvelle Russie. Nouveaux mémoires de la société des naturalistes de Moscou. 1913. p. 120.

Diese Gazellenart unterscheidet sich von der vorigen durch ihre etwas größeren Dimensionen, durch die kräftigeren P und die etwas höheren Kronen der Molaren und vor allem durch die mehr nach rückwärts gekrümmten, im Querschnitt elliptischen Hornzapfen.

Von Veles stammen drei Hornzapfen, von denen zwei offenbar dem nämlichen Individuum angehören, zwei Unterkiefer, der linke mit $P_3 - M_2$, der rechte mit M_2 und M_3, der Abkauung nach sicher von ein und demselben Tier herrührend, zwei frische $P—P_2$ und P_3 — des linken und ein M_3 des rechten Unterkiefers. Es dürfte sich also um mindestens zwei Individuen handeln.

Möglicherweise gehören hieher auch zwei Oberkieferfragmente, ein rechtes mit M^2 und M^3 und ein linkes mit den drei M. Die Zähne, namentlich M^3 sind sehr hoch, der Schmelz zeigt fast gar keine Runzelung und das Mesostyl der Außenwand ist sehr zart. Basalpfeiler fehlen vollständig. Die außen vom Metakon herablaufende Rippe ist nur schwach ausgebildet. Die Hinteraußenecke des zweiten Außenhöckers (Metakon) springt weit nach hinten vor wie bei Capra und bildet bis zur Basis eine weit abstehende dünne Lamelle, wie das allerdings, nur in schwächerem Maße, auch bei Gazella Benetti der Fall ist. Sporne, die sonst häufig in den Marken der oberen M von Cavicorniern vorkommen, fehlen fast vollständig.

Länge der drei M = 42 mm; Länge des M^1 = 13 mm; Breite desselben = 12 mm.

Länge des linken M^3 = 16,5 mm; Breite an der Basis = 15 mm; Höhe der Außenwand am Metakon = 15 mm.

Breite des rechten M^3 = 15 mm; Breite an der Basis = 15 mm; Höhe der Außenwand am Metakon =18 mm.

Für Gazella deperdita sind diese Maßzahlen etwas zu hoch. Gaudry gibt für die von Mont Lebéron als Länge des M^1 nur 10 mm und für M^3 nur 11 mm an, was aber mit seiner Abbildung keineswegs übereinstimmt.

Gazella brevicornis hält er nur für eine Rasse von deperdita, was ich jedoch entschieden bestreiten muß. Auch die in der Form und Stellung der Hornzapfen der G. deperdita nahe stehende G. Gaudryi[1]) von Samos ist sicher eine selbständige Art, was schon aus dem einfachen Bau der unteren P hervorgeht. Eher könnte der von mir beschriebene, aber wegen des Fehlens der Zähne nicht näher bezeichnete Gazellenschädel[2]) von Samos zu G. deperdita gehören, obschon er kleiner ist als Gaudrys Original von Mont Lebéron, auch besitzt letzteres wohl keine so tiefen und ausgedehnten Tränengruben, wie der Schädel von Samos; die Stirn steigt bei jenem steil an.

Gazella deperdita verdient wegen ihrer weiten Verbreitung größeres Interesse. Ihr östliches Vorkommen vermag ich allerdings nicht mit Sicherheit anzugeben, denn die vermeintliche Gazella deperdita von Maragha ist sicher brevicornis, die Anwesenheit von G. deperdita auf Samos ist mehr als fraglich und die Richtigkeit der Bestimmung der von Taraklia zitierten Reste dieser Spezies läßt sich bei dem Fehlen von Abbildungen nicht mit Sicherheit kontrollieren. Was Pavlow als Gazella deperdita aus Bessarabien abbildet, dürfte zum allergrößten Teil zu brevicornis gehören. In Ungarn scheint sie zu fehlen, so daß in der Verbreitung der Gazella deperdita eine weite Lücke besteht, denn erst im Rhônetal (Croix Rousse bei Lyon) und am Mont Lébéron treffen wir wieder Überreste dieser Gazelle.

Stammesgeschichtliche Bedeutung als Vorfahre späterer oder noch lebender Gazellenarten kommt dieser Spezies wohl ebensowenig zu, wie der vorher besprochenen Gazella brevicornis. Ich habe das an anderer Stelle (l. c. p. 69) näher auseinandergesetzt und es als wahrscheinlich hingestellt, daß folgende Beziehungen zwischen den fossilen und den lebenden Arten bestehen könnten,

G. Gaudryi Samos . . .	G. Thompsoni Ostafrika,
G. sp. Samos . . .	G. Granti Ostafrika,
G. sp. Siwalik . . .	G. Benetti Indien.
G. dorcadoides China . .	G. Dorcas Arabien, Nordafrika.
G. palaeosinensis . . .	G. gutturosa Mongolei etc.

während Gazella borbonica aus dem Pliocän der Auvergne und von Roussillon und Gazella anglica aus dem Crag von Norwich wohl keine Nachkommen hinterlassen haben. Auch ihre Herkunft konnte bis jetzt nicht mit Sicherheit ermittelt werden.

Vergleichung der Tierwelt von Veles mit den anderen Hipparionenfaunen.

Im beschreibenden Teil habe ich das Vorkommen von einem Primaten, 2 Carnivoren, 2 Proboscidiern, 3 Perissodactylen und 10 Artiodactylen nachgewiesen. Die letzteren verteilen sich auf einen Suiden, 3 Camelopardaliden und 6 Cavicornier. Obschon das mir zur Verfügung stehende Material sich quantitativ nicht im entferntesten mit dem von

[1]) Schlosser M. Die fossilen Cavicornier der Insel Samos. Beitr. z. Paläontol. Österr.-Ungarns und des Orients. Bd. XVII. 1904. pag. 66, Taf. XIII Fig. 1—4.

[2]) Ibidem. p. 68, Taf. VIII Fig. 7, Taf. XIII Fig. 5, 6, 8, 9.

Pikermi oder Samos messen kann, so dürfte es doch immerhin ausreichen, um zu zeigen, daß auch bei länger fortgesetzten Ausgrabungen die Zahl der Gattungen und Arten schwerlich eine wesentliche Bereicherung erfahren wird. Höchstens werden noch einige Raubtiere neu hinzu kommen, vielleicht auch noch einige Antiloppen. Es müßte denn sein, daß auch bei Veles mehrere Horizonte oder besser linsenartige Einlagerungen mit Tierresten vorhanden sind, welche dann ähnlich wie auf Samos auch verschiedenartig zusammengesetzte Faunen enthalten.

Geographisch füllt die Lokalität Veles einigermaßen die Lücke aus zwischen den Fundplätzen in Bessarabien, Ungarn einerseits und Pikermi in Griechenland und der Insel Samos anderseits, was auch auf der beifolgenden tabellarischen Übersicht sehr gut zum Ausdruck kommt.

	Veles Mazedonien	Pikermi Griechenland	Samos Kleinasien	Maragha Persien	Taraklia etc. Bessarabien	Baltavár } Ungarn	Polgárdi } Ungarn	Eppelsheim	Süddeutsche Bohnerze	Croix rousse bei Lyon	Mont Lébéron Vaucluse	Alcoy, Concud Spanien	Stellvertretende Art
1. Mesopithecus Pentelici . . .	+	+	–	+	–	+	+	–	–	–	–	–	
2. Ictitherium robustum	+	+	×	×	×	–	+	–	+	–	–	–	× Palhyaena hipparionum
3. Machairodus orientalis . . .	+	+	×	+	+	–	+	×	×	–	–	–	× Machairodus ogygius
4. Mastodon longirostris var. .	+	+	–	+	+	+	+	×	×	+	–	+	× Mastodon longirostris typus
5. Dinotherium giganteum . .	+	+	+	–	+	–	+	+	+	+	+	–	
6. Rhinoceros Schleiermacheri	+	+	+	–	+	–	+	+	+	+	–	–	
7. Nestoritherium Pentelici . .	+	+	+	–	–	×	–	×	×	–	–	–	× Chalicotherium Goldfussi
8. Hipparion gracile[1])	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
9. Sus erymanthius	+	+	+	+	×	×	×	×	–	–	×	–	× Sus major
10. Camelopardalis parva	+	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
11. Palaeotragus Roueni	+	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	
12. Helladotherium Duvernoyi .	+	+	×	×	+	+	+	–	–	–	+	–	× Samotherium, Alcicephalus
13. Tragocerus amaltheus	+	+	+	–	+	+	–	–	–	+	+	+	
14. ? „ sp.	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
15. Palaeoreas Lindermayeri . .	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
16. Protragelaphus Skouzési . .	+	+	×	+	+	–	–	–	–	–	–	–	× Protragelaphus Zitteli
17. Gazella brevicornis	+	+	×	+	+	+	+	–	–	–	–	–	× Gazella Gaudryi
18. „ deperdita	+	–	×	–	+	–	–	–	–	+	+	–	× Gazella sp.

Wie diese Übersicht zeigt, besteht zwischen der Fauna von Veles und jener von Pikermi die weitaus größte Ähnlichkeit, man kann die erstere geradezu eine verarmte Pikermifauna nennen. Es fehlen hier aber nicht nur die kleineren Tiere, wie Marder, Mephitis, Hystrix etc., deren Abwesenheit schon durch den Umstand, daß ihre zarten Knochen und Zähne den Transport in dem harten Quarz- und Granitsand kaum ertragen konnten, sich erklären ließe, sondern auch der bei Pikermi nicht seltene Rhinoceros

[1]) Vor kurzem wurden auch zwei Hipparionzähne im Glimmerton der Insel Sylt gefunden.

pachygnathus sowie Palaeoryx und andere Antilopen, Hyänen und der große Machairodus. Es dürften hier wohl eher topographische Ursachen mitspielen. Die Seltenheit der Raubtierarten ist übrigens auch ein Charakteristikum der Fauna von Samos. Daß die letztere mit Veles nur wenige Arten gemein hat, darf uns nicht wundern, da ja selbst die doch viel näher gelegene Lokalität Pikermi in faunistischer Hinsicht wesentlich von Samos verschieden ist. Verhältnismäßig sehr viel Arten hat Veles mit Taraklia in Bessarabien gemein, eine Lokalität, welche außerdem auch viele sonst nur auf Samos vorkommende Arten, namentlich von Antilopen aufweist. Sie unterscheidet sich sowohl von der von Veles als auch von jener der griechischen Fundorte durch die Häufigkeit von Hirschen und gewinnt hiedurch ein entschieden nördlicheres Aussehen. Die Fauna von Taraklia hat ihrerseits wieder nähere Beziehungen zu den ungarischen Lokalitäten Baltavár und Polgárdi, denn die hier begrabene Tierwelt ist im wesentlichen eine verarmte Tarakliafauna, die jedoch auch einen in Bessarabien fehlenden Bestandteil, nämlich den Primaten Mesopithecus enthält, welcher offenbar von Süden, durch die gebirgige Balkanhalbinsel vorgedrungen war und die weiten Ebenen Südrußlands gemieden hatte. Polgárdi und Baltavár bilden das faunistische Verbindungsglied mit der süddeutschen Lokalität Eppelsheim, sie unterscheiden sich aber von ihr durch die Anwesenheit von Helladotherium, Antilopen (Tragocerus und Gazella) sowie von Hyaena, welche dann erst wieder in Südfrankreich, am Mont Léberon in der Vaucluse, eine nicht unwichtige Rolle spielen. Durch das Vorhandensein von Tragocerus, Gazella und Helladotherium gewinnt diese letztere Fauna wieder eine größere Ähnlichkeit mit der von Veles, welche wie schon oben bemerkt, im wesentlichen nichts anderes ist als eine verarmte Pikermifauna. Auf welchem Wege die in Eppelsheim fehlenden südlichen, beziehungsweise östlichen Faunenelemente nach Südfrankreich gelangten, ist vorläufig ziemlich rätselhaft, möglich, daß sie den Weg durch das junge Alpengebirge oder doch über das fränkisch-schwäbische Juraplateau und den Schweizer Jura eingeschlagen hatten. Hiefür spricht wenigstens das Vorkommen von Hyaena und Ictitherium in den schwäbischen Bohnerzen. Sehr viel weiter nördlich scheint die Zugstraße dieser Raubtiere und Wiederkäuer nicht gelegen zu sein, denn sonst hätten sich wohl doch Spuren von ihnen bei Eppelsheim gefunden. Die Ursache hievon beruht wahrscheinlich darauf, daß das Mittelrheingebiet damals mit wasserreichen Sumpfwäldern bestanden war, während das süddeutsche Juraplateau und der Schweizer Kettenjura Steppencharakter trug, wie er nicht nur dem bei Eppelsheim recht seltenen, in Schwaben dafür um so häufigeren Hipparion, sondern auch den Antilopen und Helladotherium und der diesen folgenden Hyaena zusagte.

Rückblick.

Das von Veles stammende Material von fossilen Säugetieren gestattete den Nachweis von 17 Säugetierarten und 15 Gattungen, die sich auf einen Primaten, zwei Carnivoren, drei Unpaar- und elf Paarhufer verteilen. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung lassen sich in Kürze folgenderweise zusammenfassen.

Mesopithecus ist hier durch ein Femur vertreten, welches seiner Größe nach für die Existenz einer besonderen neuen Art zu sprechen scheint. Es ist auch insoferne nicht unwichtig, als die Lücke in der Verbreitung dieser Gattung zwischen Ungarn und Griechenland hiedurch ziemlich gut geschlossen wird. Mit dem Femur von Semnopithecus hat es den Verlauf der Labien, mit dem von Macacus die relative Kürze und Dicke gemein. Der Vorfahre von Mesopithecus ist bis jetzt noch nicht bekannt. Um so größere Bedeutung hat er dagegen als Ausgangspunkt für die lebenden Cynopithecinen-Gattungen.

Ictitherium robustum. Die sehr frischen Zähne, namentlich der M_2, zeigen auffallend komplizierten Bau, an P_4 ein dem Mesoconid der M entsprechender besonderer Höcker am Hinterrand des Basalwulstes, M_2 hat ein sehr kräftiges Protokonid und Entokonid. Letzteres ist mit dem Hypokonid, und ersteres mit dem Metakonid sehr innig verbunden. Ictitherium robustum hat eine geringere Verbreitung als die nahverwandte Palhyaena hipparionum. Beide sind nach Schwarz ächte Viverriden, welche sich jedoch etwas in der Richtung gegen die Hyänen weiter entwickelt haben und dann vollständig erloschen sind. Ausgangspunkt von Ictitherium war vermutlich die obermiocäne Progenetta incerta.

Machairodus orientalis. Diese auch bei Pikermi und wohl auch in Ungarn vorkommende Art hat wahrscheinlich eine sehr weite Verbreitung. Sie wurde zuerst bei Maragha in Persien gefunden und erstreckte sich als Felis ogygia bis nach Südwest-Deutschland. Den Ausgangspunkt haben wir möglicherweise in einer asiatischen Form zu suchen, welche als Nachkomme von nordamerikanischen Nimraviden zusammen mit Anchiterium in die alte Welt gelangt war. Die Machairodontiden des europäischen Miocän sind zu spezialisiert, als daß sie Ahnen der pliocänen Arten sein könnten.

Mastodon longirostris und Dinotherium giganteum stammen unzweifelhaft von Formen des europäischen Obermiocän ab, der erstere von Mastodon angustidens, der letztere von Dinotherium bavaricum, mit denen sie auch durch Zwischenformen verbunden sind. Der ächte Longirostris ist nur in Eppelsheim häufig, sonst wird er in Europa durch eine zu arvernensis führende Form vertreten, welcher auch die Mastodonreste von Veles angehören.

Rhinoceros Schleiermacheri von Samos, Pikermi und Veles unterscheidet sich von der typischen, zuerst bei Eppelsheim gefundenen Art durch das Fehlen der Crista und den nicht so tief hinabreichenden Parastyl der oberen P und M, durch die breiteren

Nasenbeine, durch den tiefen Ausschnitt der Nasenregion, durch den schräg nach hinten ansteigenden Oberrand des Maxillare und durch das Getrenntbleiben der Supratemporalcristae. In allen diesen Stücken steht die orientalische Varietät des Schleiermacheri der obermiocänen Stammform, dem Ceratorhinus sansaniensis näher als der von Eppelsheim beschriebene Typus dieser Art.

Nestoritherium Pentelici, auf dessen Extremitäten früher die Gattung Ancylotherium begründet und als Edentate gedeutet worden war, weicht von den übrigen europäischen Chalicotheriiden ab durch die Länge seiner Molaren. Er ist auf Südosteuropa und Kleinasien beschränkt und der Nachkomme der Gattung Moropus des nordamerikanischen Miocän. Das bei letzterem vorhandene Rudiment des fünften Fingers ist bei Nestoritherium verloren gegangen.

Hipparion ist auch bei Veles weitaus die häufigste von allen Säugetierarten. Unter den Resten der erwachsenen Individuen zeichnet sich der Unterkiefer eines Hengstes durch seine Größe aus. Die Zahl der durch Kiefer und Knochen vertretenen Fohlen dürfte zehn betragen, und ungefähr auf ebensoviele Individuen verteilen sich die Überreste von ausgewachsenen Tieren. Das Gebiß sämtlicher Fohlen zeigt nahezu das gleiche Entwicklungsstadium, M_1 ist noch nirgends durchgebrochen. Die Tiere dürften etwa im Alter von 9—10 Monaten zu Grunde gegangen sein. Die Extremitätenknochen sind fast alle etwas zierlicher und schwächer als die von Pikermi. Während die Hipparionzähne von diesem letzteren Fundort nur geringe individuelle Abweichungen zeigen, ist hier die Variabilität wesentlich größer, aber lange nicht so beträchtlich wie auf Samos, das Verhältnis ist bei Veles ungefähr das nämliche wie bei den Hipparionen von Taraklia. Der Protokon ist stets eher elliptisch als kreisrund und die Fältelung des Schmelzes nicht so kompliziert wie bei den Zähnen von Pikermi. Die oberen P und M von Concud in Spanien weichen am meisten von allen übrigen Hipparionzähnen ab durch den langgestreckten Protokon und durch die starken, aber wenig zahlreichen Fältchen. Es sind die Equusähnlichsten Hipparionzähne.

Kürzlich hat Antonius versucht die europäischen Hipparion in mehrere Arten zu zerlegen, die sich auch durch die Lebensweise als Bewohner von Grassteppe oder von Buschsteppe von einander unterscheiden. Ohne die Berechtigung dieser Annahme zu bestreiten, glaube ich doch aus praktischen Gründen von einer solchen Trennung absehen zu sollen. Dagegen bin ich sehr geneigt, als Stammvater der meisten Equusarten nach dem Vorgang von Matthew das kleine Hipparion Richthofeni von Tschekiang in China anzusehen. Solche spezielle Abstammungsfragen werden wohl nie eine vollkommen befriedigende Beantwortung finden. Es dürfte für alle Fälle genügen, wenn wir überhaupt sichere genetische Beziehungen zwischen zwei zeitlich auf einander folgenden Gattungen feststellen können und in dieser erfreulichen Lage sind wir denn doch so häufig, daß wir das Gekläffe der Antideszendenzler ruhig mit Verachtung strafen dürfen.

Sus erymanthius scheint nicht allzu selten gewesen zu sein, denn seine Überreste verteilen sich auf drei noch im Zahnwechsel begriffene Individuen. Veles dürfte wohl das nördlichste Vorkommen dieses Suiden sein, denn die ihm außerdem zugeschriebenen Überreste aus Ungarn und Bessarabien gehören eher dem Sus major an, der allerdings auch mit erymanthius die Kleinheit der Hauer und den Verlust des vordersten P gemein hat.

Camelopardalis parva und eine auf Samos vorkommende Giraffenart, vielleicht mit der nur in Kiefern bekannten C. vetusta von Pikermi identisch, unterscheiden sich von den lebenden Arten dadurch, daß die Unterkiefersymphyse noch nicht abwärts gebogen ist. Die von Samos zeichnet sich außerdem durch den einfachen Bau ihrer unteren Prämolaren aus. Ihre Extremitätenknochen sind im Gegensatz zu jenen der Camelopardalis attica von Pikermi noch ziemlich kurz, während letztere hierin schon den lebenden Giraffen sehr nahe kommt. Allerdings ist das Gebiß von C. attica bisher noch nicht bekannt. Sie war anscheinend auf Pikermi beschränkt, dagegen erstreckte sich die Verbreitung von C. parva bis Mazedonien, Bessarabien und Samos. Noch ausgedehnter war das Gebiet, welches Palaeotragus Roueni bewohnte, denn es umfaßt außer Bessarabien, Mazedonien und Griechenland auch noch das westliche Persien (Alcicephalus, coelophrys), dagegen konnte diese Giraffe bisher noch nicht auf Samos nachgewiesen werden, ebensowenig wie Helladotherium, welches auf dieser Insel gewissermaßen ersetzt wird durch das kurzbeinigere Samotherium, dessen zuerst bei Maragha in Persien gefundenes Gebiß als Alcicephalus Neumayri beschrieben wurde. Bei den lebenden Giraffen ist der Radius bedeutend länger als die Tibia, während bei allen Wiederkäuern das Gegenteil der Fall ist. Die Giraffen der Hipparionenfauna zeigen nun Übergänge im Längenverhältnis dieser Extremitätenknochen. Bei Samotherium haben Radius und Tibia fast die gleiche Länge, bei Palaeotragus ist der Radius schon etwas länger als die Tibia, ebenso verhalten sich die von Gaudry beschriebenen Knochen von Pikermi, welche allenfalls dem bisher nur in Kiefern vorliegenden „Orasius“ angehören. Bei Helladotherium hat die Länge des Radius noch weiter zugenommen und Camelopardalis attica zeigt schon ähnliche Proportionen wie die lebenden Giraffen, auch haben die Metapodien ansehnliche Länge erreicht, im Gegensatz zu jenen von Helladotherium und Samotherium. Die Länge des Halses ist bei beiden ebengenannten Gattungen ungefähr die nämliche wie beim Riesenhirsch, aber die einzelnen Wirbel sind viel schlanker. Samotherium = Alcicephalus Neumayri kennt man aus China, Persien und dem westlichen Kleinasien, der Verbreitungsbezirk von Helladotherium erstreckte sich in Europa von Griechenland nördlich über Mazedonien bis Bessarabien und Ungarn und westlich bis Südfrankreich. Ferner lebte es in Indien und vor kurzem fand es sich zusammen mit einem dreizehigen Pferd in der Seringeti-Steppe in Ostafrika, in Schichten, in welchen angeblich auch Elephas antiquus vorkommen soll.

Tragocerus amaltheus, ausgezeichnet durch seine stark komprimierten Hörner, war von Griechenland bis Österreich, Südfrankreich und Spanien verbreitet. In Asien wird er durch eine etwas abweichende Rasse und besondere Arten vertreten. Er stammt von dem obermiocänen Protragocerus ab, ist aber sehr rasch, ohne Hinterlassung von Nachkommen, ausgestorben.

Von einer neuen Antilope fand sich bei Veles ein Schädel, an dem leider die Hornzapfen abgebrochen sind, weshalb die Aufstellung einer besonderen Gattung nicht zulässig erscheint. Er schließt sich am nächsten an Tragocerus rugosifrons von Samos an.

Palaeoreas, bisher mit Sicherheit nur von Pikermi und aus China bekannt, lebte auch in Mazedonien neben Protragelaphus Skouzesi, der bei Pikermi viel seltener ist, als Palaeoreas und im Gegensatz zu diesem bis Bessarabien und Persien verbreitet, auf Samos jedoch durch eine besondere Art vertreten war. Beide Gattungen sind sehr nahe

verwandt, ihren Vorläufer kennen wir bis jetzt noch nicht, dagegen dürfen wir von einer der beiden Gattungen das lebende Genus Strepsicerus ableiten.

Gazella brevicornis ist im Gebiß die ursprüngliche aller Gazellen. Sie findet sich außer bei Pikermi und Veles auch auf Samos, in Bessarabien und in Ungarn und wohl auch in Persien. Die ihr nahestehende und öfters mit ihr vereinigte G. deperdita kommt bei Veles, in Bessarabien und im Westen bei Croix Rousse nächst Lyon sowie am Mont Lébéron, Vaucluse vor. Beide scheinen ohne Hinterlassung von Nachkommen ausgestorben zu sein.

Je weiter die Hipparionfauna nach Nordwesten vordrang, desto mehr verarmte sie hinsichtlich der Zahl der Gattungen und Arten von Antilopen und Giraffen, dafür mischten sich ihr allmälig immer mehr Hirsche bei.

Die verschiedenen Stadien in der Entwicklung des Gebisses sind geeignet, uns in vielen Fällen Auskunft zu geben über das Lebensalter der Säugetiere, bei fossilen also über das Alter, in welchem das Tier zu Grunde ging. Aus dem Alter lassen sich weiter auch Schlüsse ziehen, in welcher Jahreszeit dies geschah. Wenn nun auch selbstverständlich nur von annähernden Ergebnissen die Rede sein kann, so sollte diese Untersuchung doch nicht ganz vernachlässigt werden. Freilich sollte zuerst durch eine zusammenfassende Arbeit über die Zahnwechselverhältnisse bei den lebenden Säugetieren eine möglichst sichere Basis geschaffen werden.

Tafel I.

Fig. 1. **Mesopithecus sp.** Oberhälfte des linken Femur von hinten. Fig. 1a von vorne.
Fig. 2. **Ictitherium robustum** Gaudry. P_3—M_2 des rechten Unterkiefers von oben.
Fig. 2a. Dieselben Zähne von innen.
Fig. 3. **Machiorodus orientalis** Kittl. Linker Oberkiefer von außen mit Alveole des C und mit P^3 und P^4.
Fig. 4. **Hipparion gracile** Kaup. Milchbackenzähne D_2—D_4 des rechten Oberkiefers von oben.
Fig. 5. „ „ „ Backenzähne des P^4—M^3 des rechten Oberkiefers von unten.
Fig. 6. „ „ „ Milchbackenzähne D^2—D^3 des rechten Oberkiefers von unten.
Fig. 7. „ „ „ Backenzähne P^2—P^3 des linken Oberkiefers von unten.
Fig. 8. **Rhinoceros Schleiermacheri** Kaup. Backenzähne P^3—M^3 des rechten Oberkiefers von unten. 1/2 nat. Gr.
Fig. 9. **Hipparion gracile** Kaup. Stute. Backenzähne P_2—M_3 des rechten Unterkiefers von oben.

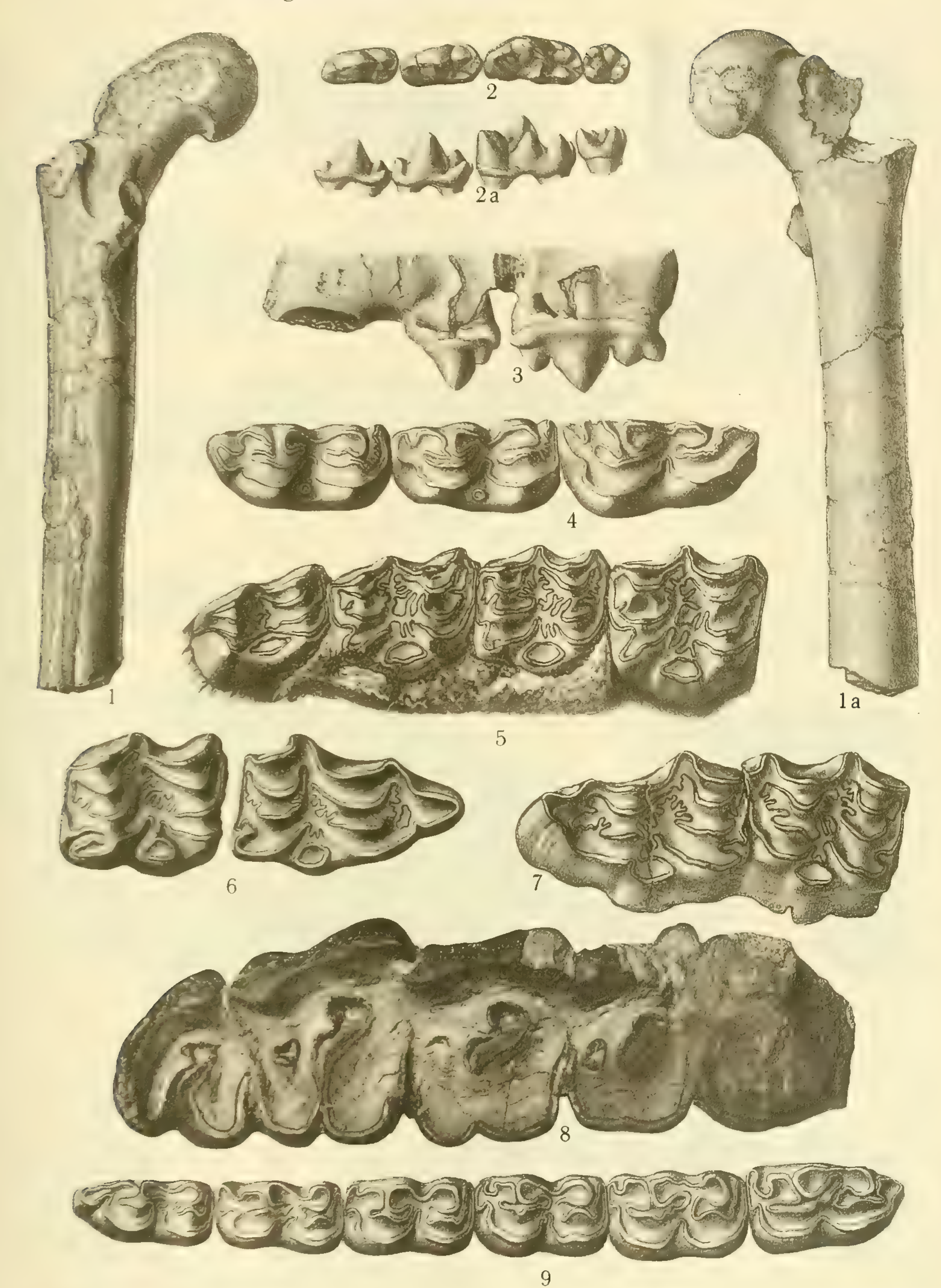
Alle Figuren mit Ausnahme von Fig. 8 in natürlicher Größe.

Tafel II.

Fig. 1. **Tragocerus amaltheus** Roth u. Wagner. Backenzähne P^3—M^2 des rechten Oberkiefers von unten.
Fig. 2. „ „ „ „ „ Jung. „ D^2—M^1 „ „ „ „ „
Fig. 3. „ „ „ „ „ „ M_1—M_2 „ „ Unterkiefers von oben.
Fig. 4. „ „ „ „ „ „ P_2—P_4 „ „ „ „ „
Fig. 5. **Gazella deperdita** Gerv. P_3 des linken Unterkiefers von oben und von außen.
Fig. 6. „ „ „ Backenzähne M^1—M^3 des linken Oberkiefers von unten, Fig. 6a von außen.
Fig. 7. „ „ „ Letzter Backenzahn M_3 des rechten Unterkiefers von oben u. von außen.
Fig. 8. **Protragelaphus Skouzesi** Dames. Backenzähne M_1—M_3 des linken Unterkiefers von oben und von außen.
Fig. 9. **Protragelaphus Skouzesi** Dames. jung. Backenzähne D_2—M_2 des rechten Unterkiefers von oben.
Fig. 10. **Tragocerus** ? Schädel von außen, rechte Seite, 1/3 nat. Gr.
Fig. 10a. Durchschnitt des Hornzapfens an der Basis, 1/2 nat. Gr.
Fig. 10b. **Tragocerus** ? sp. Linke obere Zahnreihe desselben Schädels, P^2—M^3 von unten nat. Gr.
Fig. 11. **Gazella deperdita** Gerv. Letzter oberer Backenzahn von hinten.

Alle Figuren mit Ausnahme von Fig. 10 und 10a in nat. Gr.





Lith. Anst. Hub. Köhler Mchn.





Lith. Anst. Hub. Köhler Mchn.



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 5. Abhandlung

Über die

systematische Deutung und die stratigraphische Stellung der ältesten Versteinerungen Europas und Nordamerikas mit besonderer Berücksichtigung der Cryptozoen und Oolithe.

III. T

Über Oolithe.

Nachgelassenes Manuskript von **August Rothpletz,**
ergänzt durch eine von Rothpletz testamentarisch
veranlaßte biologische Untersuchung rezenter Oolithe
von **Karl Giesenhagen.**

Mit 1 Tafel und 12 Textfiguren.

Vorgelegt am 3. Dezember 1921

München 1922
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Einleitung

zu der Arbeit von Giesenhagen über

die Oolithe von Meskoutine.

(Geschrieben von A. Rothpletz, Januar 1918.)

Das Oolithen-Problem.

Oolithe haben sich zu allen Zeiten vom Praekambrium an bis in die Gegenwart in erstaunlichen Mengen gebildet. Ihre eigenartige Form reizte schon im Altertum die Naturforscher zu Erklärungen, für die wir heute meist nicht viel mehr als ein überlegenes Lächeln übrig haben. Doch darf man uns nur mit der Frage überraschen, was wir denn jetzt eigentlich über die Entstehung der Oolithen wissen, um jene Überlegenheit sofort in Verlegenheit umzuwandeln, und wenn es uns vielleicht gelingt, die Neugierde der Frager durch Mitteilung einer Fülle von neuen Beobachtungen und Vermutungen zu befriedigen, so raunt uns doch unser Inneres zu, daß wir über diesen Gegenstand noch heute eine bestimmte Antwort zu geben nicht imstande sind. Noch niemanden ist es geglückt, das Wachsen eines Oolithen in der Natur zu beobachten oder im Laboratorium auf künstliche Weise einen echten Oolithen zu erzeugen. Auch sind die Meinungen durchaus geteilt. Die sphärische und innerhalb dieser radiäre Anordnung der Kalzit- oder Aragonit-Kristalle war es, die dem Mineralogen und Petrographen die Oolithe als eine Art von Spezialfall der Sphärolithen-Bildung erscheinen ließ, und da gerade diese Forscher am meisten veranlaßt waren, sich mit den Oolithen zu beschäftigen, so begreift man, daß die rein anorganische Entstehung dieser Körper von je den größten Beifall gefunden hat. Dem Biologen liegt der Gegenstand ferner und obwohl auch bei organischen Gebilden sphärische und radiäre Kristall-Anordnungen vorkommen, so sind doch für die Oolithe die Beziehungen zu bestimmten Organismen so wenig in die Augen springend, daß nur wenige Biologen sich mit derem Studium beschäftigt und einem organischen Ursprung der Oolithe das Wort geredet haben.

Wer den Versuch machen wollte, die gesamte Oolithenliteratur zusammenzustellen, der würde sich vor eine schier unlösbare und jedenfalls recht wenig lohnende Aufgabe gestellt sehen. Glücklicherweise sind zuweilen im Laufe der Zeiten Zusammenstellungen der wichtigsten Arbeiten gemacht worden, die uns einen raschen Überblick wenigstens über die Forschungen der ältesten Zeiten ermöglichen. Sehr brauchbar ist diejenige, welche Joh. Samuel Schröter 1776 im 2. Band seiner „Vollständigen Einleitung in die Kennt-

nisse und Geschichte der Steine und Versteinerungen" gegeben hat. Er schreibt darin: „Man wird unter den Alten sehr wenige finden, welche nicht die Roggensteine ohne Unterschied für wahre Versteinerungen gehalten hätten, unter den Neueren hingegen wird man sehr wenige antreffen, welche den Oolithen ohne Unterschied einen Platz unter den Versteinerungen anweisen sollten." Und nun schildert er die verschiedenen Meinungen zunächst der Neueren. Der eine nimmt an, daß in stehendem Wasser Blasen aufsteigen, die sich mit einer dünnen Haut der im Wasser enthaltenen steinigen Materie umhüllen. Haut legt sich über Haut und es entsteht ein rundlicher Körper. Ein anderer läßt feuchte Erde tropfenweise in eine andere lose weiche Erde fallen, wobei zuerst jene Tropfen und darnach auch die Erde verhärtet sei. Ein Dritter läßt ein Sandkörnchen eine Zeitlang in einem kalkichten Wasser rollen, wobei es sich mit Kalkteilchen überzieht und so zu einem runden Körper wird. Ein Vierter endlich hält sie für runde Konkretionen. Die Alten hingegen erklärten den Roggenstein teils für versteinerte Samen von Pflanzen, teils für Eier von Fischen und Schaltieren. Die winzigen Muscheln oder Schneckengehäuse, die in der Mitte der Oolithe eingeschlossen vorkommen, werden als Embryonen betrachtet und diejenigen, welche in marinen Kalksteinen zwischen den Oolithen eingestreut liegen, werden für gerade ausgeschlüpfte Jungen angesehen. Wieder andere stellen die Oolithe zwar im allgemeinen zu den Tuffbildungen, wollen aber doch für einige zugeben, daß es versteinerte Eier seien, und zu dieser Meinung bekennt sich schließlich Schröter selber.

Auf ganz ähnlichen Gedankengängen bewegen sich auch nach 1776 die Oolithforschungen weiter, selbst bis in die Gegenwart hinein, obschon eine neue Untersuchungsmethode ums Jahr 1850 aufkam, welche ein tieferes Eindringen in die Natur der Oolithe ermöglichte. Das Mikroskop lehrte die radiäre und sphärische Struktur der Kalkoolithe als etwas für sie Charakteristisches kennen. L. von Buch hatte noch 1825 den an der Meeresküste von Gran Canaria sich bildenden „Filterstein" für ein echtes oolithisches Gestein halten können und seine Bildungsweise irrtümlich auch auf die Oolithe der Juraformationen übertragen, obschon beider Struktur eine ganz verschiedene ist (siehe Rothpletz, Die marinen Ablagerungen auf Gran Canaria, Z. d. D. Geol. Ges. 1890 S. 602). Bahnbrechend waren die Arbeiten von Sorby (1879), durch die wir erfuhren, daß die Oolithe teils aus Kalzit, teils aus Aragonitkristallen bestehen, die entweder in radiärer oder auch konzentrischer Anordnung sich befinden, soweit sie dieselbe nicht durch spätere Umwandlung verloren haben. Minder glücklich war die Zerlegung, welche Gümbel 1873 und 1888 in Ekto- Ento- und Dimorpho-Oolithe durchzuführen versuchte. Dahingegen wurde die Abtrennung zweier oolithähnlicher Körper von Wichtigkeit, die eine ganz andere Struktur als die echten Oolithe haben und teils pflanzlicher, teils tierischer Entstehung sind. Es sind dies viele Pisolithe mit Girvanella-Struktur (Wethered 1889—1891) und die rundlichen Knollen von Sphärocodien und Spongiostromen (Rothpletz 1889—1913). Umgekehrt aber ergab sich weiter, daß mache Gebilde, die äußerlich sich leicht von den regelmäßigen Oolith-Kügelchen unterscheiden lassen, trotzdem durch ihre Struktur eng mit ihnen verbunden sind (Oolithoide, Riesenoolithe und Stromatoolithe).

Während so Bau und Zusammenhang der Kalkoolithe in rascher Folge während eines halben Jahrhunderts mehr und mehr aufgeklärt wurden und durch Anwendung der Mikrophotographie allgemein bekannt wurden, blieb ihre genetische Deutung noch immer in ein Dunkel gehüllt, in das man mit den alten Hypothesen der Zeit vergeblich hinein-

zuleuchten suchte. Nur durch das Studium rezenter Oolith-Bildung hätte hier ein Fortschritt erzielt werden können. Aber Sorby, welcher als erster solche rezenten Oolithe genauer untersucht hat (1879), beschränkte sich dabei auf die ihm übersandten Proben; ihre Lagerstätten und ihre spezifischen Bildungsbedingungen hat er nicht studiert. Gleichwohl ergab sich dabei ein sehr wichtiges Ergebnis, daß nämlich die rezenten Oolithe nicht aus Kalzit, sondern aus Aragonit bestehen, von dem man damals noch annahm, daß er nur aus heißem kalkhaltigen Wasser niedergeschlagen werden könne, das aber bei Bermuda und Bahama gar nicht vorkommt. Sorby wies deshalb ganz treffend darauf hin, daß sich Aragonit auch in kalten Meeren in den Schalen von Muscheln und den Skeletten von Korallen ausscheidet, aber er zog nicht etwa daraus den Schluß, daß dies eine Funktion des Lebens sei, sondern hielt unentwegt an der anorganischen Entstehung der Oolithe fest. Auch Joh. Walther, der 1888 die massenhafte Entwicklung von Oolithen in der Meeresbucht von Suez entdeckte, blieb in der schon erwähnten irrtümlichen Vorstellung Buchs von den rollenden oder tanzenden Sandkörnern befangen. Unbeantwortet ließen beide die Frage, wie die winzige Menge von kohlensaurem Kalk, die im Meerwasser ist, aus demselben gefällt werden könne, da doch eine Konzentrierung derselben durch Verdunstung des Meerwassers gänzlich ausgeschlossen ist.

Für die Fällung des Kalkes aus Quellwasser hatte man lange befriedigende Erklärungen gefunden. Neben der raschen Verdunstung, die hier gelegentlich leicht eintritt, sind es hauptsächlich Pflanzen, die dem Wasser Kohlensäure entnehmen und dadurch den kohlensauren Kalk zum Niederschlag zwingen. Seit 1850 wies besonders R. Ludwig auf diesen Vorgang hin, der zur Bildung der Kalkoolithe und des Erbsensteins führt, in dem er dafür nicht nur die dem bloßem Auge leicht erkennbaren größeren Pflanzen, sondern auch die winzigkleinen, erst unter dem Mikroskop bestimmbaren Algen in Anspruch nahm. Er war somit der erste, der Oolithe als Produkte biologischer Vorgänge erkannte. Aber er fand damit nur wenig Anklang und man darf wohl auch sagen wenig Verständnis bei den Petrographen. Nicht viel besser erging es 10 Jahre später dem Botaniker in Breslau Ferd. Cohn. Im Jahre 1891 kam ich an die Ufer des Great Salt Lake in Utah, der reich an rezenten sich noch bildenden Oolithen ist, von denen ich einige mit nach Hause genommen habe. Die mikroskopische Untersuchung belehrte mich, daß die konzentrisch struierten kugel-eiförmigen Oolithe in ihren Kalkhüllen die toten Körper winziger Spalt-Algen einschließen, die ich damals als Gloeocapsen bestimmte. Ich schloß daraus, daß sie Kalk aus dem Seewasser ausscheiden und die Bildner dieser Oolithe sind. Da ich ähnliches auch in den Suez-Oolithen fand, so gewann ich die Anschauung, daß die Oolithe organischen Ursprungs sind, ähnlich den Kalkknollen, die ich vorher schon als Sphärocodium beschrieben hatte. Auch die noch kleineren kurzstabförmigen, oolithähnlichen Gebilde, die im Großen Salzsee mit den alten Oolithen zusammen vorkommen, habe ich damals irrtümlich als eine besondere Art damit vereinigt, aber später erkannt, daß diese ganz strukturlosen Körperchen die Kotballen der Artemien sind, die diesen See in großen Mengen bevölkern. Ich kehrte später nochmals zu jenem See zurück und habe jene Gebilde in größeren Mengen gesammelt, um sie in eingehenderer Weise zu studieren als dies bis dahin mit dem wenigen Material von 1891 möglich war. Leider bin ich mit dieser Untersuchung nicht zu Ende gekommen, da andere Arbeiten sich vordringlicher erwiesen und es nun für mich zu spät damit geworden ist. Auch sonst war ich bemüht, rezente und fossile Oolithe von überallher zu-

sammenzutragen und ich wurde dabei immer mehr in der Anschauung bestärkt, daß wir es hierbei mit echten organogenen Bildungen zu tun haben, die untereinander allerdings manche Verschiedenheiten zur Schau tragen und jedenfalls auf verschiedenartige Bildner zurückgeführt werden müssen.

Inzwischen wurde auch auf der anorganischen Seite an dem Oolith-Problem eifrig weiter gearbeitet und von besonderer Wichtigkeit wurden die Experimente, über die G. Linck 1903 berichtete. In künstlichem Meerwasser, dem aber kohlensaurer Kalk gänzlich fehlte, erhielt er durch Zuführung von Ammoniumkarbonat-Lösung bei gewöhnlicher Temperatur einen Niederschlag von winzigen, kurzsäulenförmigen Aragonitkristallen, die z. T. vereinzelt lagen, z. T. zu desminbündelartigen faserigen Aggregaten oder bis zu 0,2 mm großen kugelförmigen Gebilden zusammengruppiert waren, die er kurzweg als Sphärolithe bezeichnet, obwohl dieser Vergleich weder durch eine genauere Beschreibung noch durch mikrophotographische Abbildungen gestützt wird. Jedoch die Bemerkung, daß sie sich durch Aufdrücken des Deckglases leicht durch die Mitte entzweispalten, scheint auf einen nicht unerheblichen Unterschied hinzuweisen. Echte Oolithe hat Linck jedenfalls nicht erhalten, wohl aber einen feinen Aragonit-Niederschlag, der für die Entstehung dichter Kalksteine wie der bekannten Lithographenschiefer von Bedeutung sein kann. Nicht nur lebende Organismen, sondern auch die Zerfallprodukte toter Organismen können somit Kalk im Meere ausscheiden und zur Kalksteinbildung beitragen. Einen weiteren Beitrag dazu hat endlich 1914 Drew geliefert durch den Nachweis, daß der feine Kalkschlamm in den seichten Meeresteilen bei Bahama und den Tortugas-Inseln durch denitrifizierende Bakterien bei Anwesenheit von verwesenden Tier- und Pflanzenleichen erzeugt wird. Winzige Sphärolithen werden zwar auch da in dem feinen Kalkschlamm vereinzelt gefunden, aber sie zeigten nach der mikroskopischen Untersuchung durch in keiner Weise die Struktur von Oolithen.

Bis zum heutigen Tage ist es noch nicht gelungen, echte Oolithe im Meer auf rein anorganischem Wege entstehen zu sehen oder solche in künstlichem Meereswasser, selbst unter Mitwirkung von Leichen oder denitrifizierenden Bakterien, zu erzeugen. Da drängt sich wohl natürlich die Frage auf, ob dieser Weg nicht ein Irrweg ist. Für einen Teil dessen, was man früher mit zu den Oolithen gerechnet hat, ist die organische Entstehung sicher bewiesen (Sphaerocodium, Spongiostroma etc.) und man hat sie deshalb von den Oolithen weit hinweg gestellt, weil die sie erzeugenden Organismen verhältnismäßig groß sind und eine sehr charakteristische Form besitzen. Für die Oolithe müßte man viel kleinere und einfachere Wesen zu Hilfe nehmen, wie es z. B. die Spalt-Algen sind. Ihre Spuren sind in den fossilen Oolithen um so schwerer nachzuweisen, als diese alle wahrscheinlich eine Umkristallisation aus Aragonit in Kalzit durchgemacht haben, und so müssen wir denn unsere Hoffnung durchaus auf ganz junge, noch im Aragonit-Zustand befindliche Oolithe setzen, die noch Überreste ihrer Erzeuger einschließen. Von den heißen Quellen der Festländer sind besonders die von Meskoutine in der Provinz Constantine wegen der großen Oolithe berühmt, die sich fortgesetzt in den Quelltümpeln bilden. Duparc und Lacroix haben sie früher untersucht und Lacroix hat gefunden, daß das spezifische Gewicht dieser Oolithe etwas geringer als das des Aragonites sei, er nahm deshalb eine neue Modifikation des kohlensauren Kalkes an, die er als Ktypeït bezeichnete. Beim vorsichtigen Auflösen des Kalkes von Stücken, die ich in früheren Jahren dort selbst gesammelt hatte,

fand ich, daß winzige Pflanzenreste zurückblieben, die vollständig das etwas kleinere spezifische Gewicht der Knollen erklären können und wiederum ein Hinweis sein könnten, daß auch bei Entstehung dieser Oolithe niedere Organismen eine wichtige Rolle spielen.

Ich habe mich deshalb zur Bestimmung dieser Reste an einen Botaniker von Fach gewendet und mein Freund Professor Giesenhagen hat sich hierzu bereit erklärt, gerade als der große Weltkrieg ausbrach, der solche Pläne allerdings zunächst in den Hintergrund schob. Meine Gesundheit läßt es unwahrscheinlich erscheinen, daß ich das Ende dieser Untersuchung noch erleben werde, aber ich habe einstweilen die Einleitung zu dieser Arbeit geschrieben, in der dem Endergebnis nicht vorgegriffen ist, aber dessen Wichtigkeit für die Geologie hervorgehoben wurde. Mein Plan war natürlich ein viel weitergehender. Es sollten noch alle rezenten Oolithe, die ich gesammelt habe, beschrieben, ihre Beziehung zu den fossilen nachgewiesen und die Formvielfältigkeit der letzteren dargestellt werden. Das muß ich nun anderen überlassen.

Die biologische Aufgabe bei der Bearbeitung des Oolithen-Problems.

(Geschrieben von K. Giesenhagen.)

Die im vorstehenden gegebene Darstellung des Oolithen-Problems ist von meinem am 27. Januar 1918 verstorbenen Freund Professor Dr. August Rothpletz in den letzten Tagen seines Lebens niedergeschrieben worden. Rothpletz hat auch in seinem nachgelassenen Testament auf diese Niederschrift Bezug genommen. Es heißt darin: „Professor Giesenhagen hat eine vorläufige Untersuchung schon begonnen und mein Wunsch ist es, daß er sie fortsetze und vollende.“ So stellt die Arbeit über die rezenten Oolithe aus den Thermen von Meskoutine in Algerien für mich ein teures Vermächtnis dar und es erscheint mir als Freundespflicht, die Arbeit nach besten Kräften zu fördern und soweit es möglich ist, den Wunsch des Verstorbenen zu erfüllen.

Rothpletz hat die Ansicht, daß die Oolithe organischen Ursprungs seien, schon früh gewonnen und in seinen Werken ausgesprochen[1]). In der Einleitung zu seiner Abhandlung über die systematische Deutung und die stratigraphische Stellung der ältesten Versteinerungen Europas und Nordamerikas mit besonderer Berücksichtigung der Cryptozoen und Oolithe sagt er[2]): „Über die Oolithe sind die Meinungen geteilt; ich will sie deshalb in einem späteren Teil besonders behandeln, um durch Vergleiche mit rezenten Oolithen ihre Zugehörigkeit zu den Versteinerungen zu beweisen.“

Die Arbeit über die Oolithe sollte also gewissermaßen der Schlußstein seiner groß angelegten Abhandlungen über das Vorkommen von Versteinerungen in den präkambrischen Schichten sein. In dem Faszikel mit den Oolith-Notizen, welches mir nach den Bestimmungen des Rothpletzschen Testamentes übergeben worden ist, findet sich eine Anzahl von schriftlichen Aufzeichnungen, welche ergeben, daß Rothpletz schon sehr umfangreiche

[1]) Bot. Zentralbl. 1892, 51, 265.

[2]) Abhandl. d. K. Bayer. Akad. d. Wissensch., Math.-phys. Kl., 1915, XXVIII. Bd., p. 1.

Vorstudien für den die Oolithe behandelnden Teil seiner Abhandlung gemacht hatte. Insbesondere ist darin ein 114 Titel umfassendes Verzeichnis der einschlägigen Literatur enthalten. Es ist nicht ersichtlich, ob diese Sammlung bereits vollständig und abgeschlossen war. Zwischen den einzelnen Titeln, die alphabetisch nach den Autorennamen geordnet sind, ist Raum für Nachträge gelassen, so daß es den Anschein hat, als ob der Verfasser das Verzeichnis noch nicht für ganz vollständig hielt. Es kann von mir als Nichtfachmann auf dem Gebiete der Paläontologie wohl nicht erwartet werden, daß ich eine Nachprüfung des Verzeichnisses auf seine Vollständigkeit vornehme. Ich glaube aber späteren Bearbeitern der Oolithenfrage das Verzeichnis als eine Arbeitserleichterung nicht vorenthalten zu sollen und gebe es deshalb in seiner vorliegenden Form als Anhang bei. Neben der Titelliste enthält das Faszikel auf 56 eng beschriebenen Folioseiten Auszüge aus der Oolithen-Literatur, welche Rothpletz offenbar als Arbeitsbehelf für seine Abhandlung zusammengestellt hatte. Bei den einzelnen Exzerpten finden sich in Klammern kurze Notizen, welche die Stellung von Rothpletz zu den in den fremden Arbeiten gegebenen Erklärungen für die Entstehung der Oolithe kennzeichnen. Da Rothpletz in der vorstehenden Einleitung seine Stellung zu den bisher aufgestellten Hypothesen über die Entstehung der Oolithe mit hinreichender Schärfe klargelegt hat, glaube ich von einer Veröffentlichung dieses Manuskript-Teiles absehen zu sollen. Jeder spätere Bearbeiter der Frage wird doch die Originalarbeiten zur Hand nehmen müssen.

Anders ist es mit einem in Maschinenschrift hergestellten Manuskript-Teil, der von den Oolithen und oolithartigen Bildungen im allgemeinen handelt. Die Maschinenschrift dieses Teiles ist von Rothpletz' Hand durchkorrigiert und mit handschriftlichen Zusätzen versehen. Er dürfte von Rothpletz zur Veröffentlichung im 3. Teil seiner Abhandlung über die systematische Deutung der Cryptozoen und Oolithe bestimmt worden sein, und kann wohl als druckreif angesehen werden. Die darin enthaltenen Angaben hat Rothpletz zum Teil in der vorstehenden Einleitung wiedergegeben, als ihm zum Bewußtsein kam, daß er den Abschluß seiner Abhandlung über die Oolithe nicht mehr erleben werde. Aber neben den in der Einleitung kurz zusammengefaßten Ausführungen über die Oolithe enthält dieser Manuskript-Teil manches dort nicht berücksichtigte und manches, was dort in Kürze gegeben wurde, in ausführlicherer Darstellung, so daß ich es nicht für überflüssig halte, diesen Abschnitt im nachstehenden zu veröffentlichen. Er ist offenbar als ein Bruchstück des durch die Überschrift gekennzeichneten Kapitels anzusehen: Von den Erklärungsversuchen, welche für die Entstehung der Oolithe bisher gemacht worden sind, werden nur „die experimentellen Erklärungsversuche auf unorganischem Wege“ eingehender besprochen.

Endlich liegen mir noch einige Manuskript-Seiten vor, welche Rothpletz, wie aus der Unterschrift ersichtlich ist, im Oktober 1917 niedergeschrieben hat. Sie behandeln die Größe und Form der Oolithe. Rothpletz hatte die Gewohnheit, die Manuskripte, welche für die Veröffentlichung bestimmt waren, mehrmals umzuarbeiten, bis ihr Inhalt und ihre Form ihm einwandfrei und reif zur Veröffentlichung erschienen. Ich glaube nicht, daß er das vorliegende Manuskript, das in einem Zuge geschrieben ist und wenige unwesentliche Korrekturen aufweist, schon unverändert in die Presse gegeben haben würde und habe deshalb anfänglich Bedenken getragen, ob ich im Sinne des verstorbenen Freundes handle, wenn ich seine Niederschrift unverändert der Öffentlichkeit übergebe. Andererseits aber erscheinen mir diese Aufzeichnungen als eine wertvolle Grundlage für die Beschreibung,

welche ich von den mir zur Untersuchung vorliegenden Oolithen aus den Thermen von Meskoutine in Algerien zu geben habe; deshalb lasse ich sie weiter unten im Druck folgen, in der Erwartung, daß etwaige Unebenheiten in der Darstellung den Wert der zusammenfassenden Abhandlung in den Augen des Lesers nicht herabsetzen werden.

Als Rothpletz mich im Jahre 1914 zuerst mit dem Plan seiner Oolithen-Abhandlung bekannt machte und mir auseinandersetzte, welcher Teil der Arbeit mir als dem Biologen zufallen solle, hatte er selber schon Voruntersuchungen mit Hilfe des Mikroskops ausgeführt. Er glaubte in Präparaten, welche durch Entkalkung von Splittern der rezenten Oolithe hergestellt waren, Reste gefunden zu haben, die er für organischen Ursprungs hielt, wenn auch die Beschaffenheit dieser äußerst feinen Rückstände, die nur bei stärkeren Vergrößerungen wahrnehmbar waren, ihm keinerlei Anhaltspunkte boten, um über die Natur der bei der Entstehung der Oolithe beteiligten Organismen etwas aussagen zu können. Es konnte demnach für mich nur die Aufgabe in Betracht kommen, seine Beobachtungen nachzuprüfen und in systematischer Weise zu ergänzen.

Um über die Löslichkeit der vorliegenden Aufgabe ins klare zu kommen, habe ich damals einen mir zum Zwecke der Untersuchung übergebenen Oolith von Meskoutine in einem sorgfältig gereinigten Glasröhrchen mit Essigsäure, die keinerlei mikroskopisch sichtbare Partikelchen enthielt, übergossen, und mehrere Tage wohlverschlossen aufbewahrt. Sodann wurde der Oolith aus der Flüssigkeit herausgenommen und aus dem mit bloßem Auge eben sichtbaren flockigen Bodensatz der Flüssigkeit ein mikroskopisches Präparat hergestellt. In dem Präparat zeigten sich verschiedenartige Organismen aus der Gruppe der Algen, die ich in 850facher Vergrößerung mit dem Zeichenapparat auf ein Blatt zeichnete und zwar in der Weise, daß die im Präparat immer nur vereinzelt auftretenden Bilder in der Zeichnung nebeneinander zur Darstellung kamen. So entstand die Abbildung, welche in der nebenstehenden Figur 1 wiedergegeben ist. Die Figur darf also nicht so aufgefaßt werden, als ob die bei der Auflösung der äußeren Schichten des Oolithen zurückgebliebenen organischen Reste dichtgedrängt in dem Präparat gelegen hätten, vielmehr wurden die einzelnen Formen nur bei sorgfältiger Durchmusterung des Präparates vereinzelt aufgefunden.



Figur 1.
Organismen von einem Oolithen von Meskoutine. (Vergr. 425.)

Wie leicht ersichtlich ist, handelt es sich bei den dargestellten Organismen um verschiedene Algenformen. Am auffälligsten erscheinen die Vertreter der blaugrünen Algen (Cyanophyceae: Rivularia, Gloeocapsa, Anabaena, Oscillaria). Daneben kommen vereinzelt Gebilde vor, die zu anderen Algengruppen zu stellen sind (Protococcaceae, Desmidiaceae). Besonders häufig aber fanden sich feinste Fadenstücke, die ihrer Beschaffenheit nach an Fadenbakterien erinnerten.

Wir waren keineswegs darüber im Zweifel, daß nicht alle diese Organismen an der Bildung der Oolithe beteiligt sein können, vielmehr lag auf der Hand, daß der größte Teil

der gefundenen Algenformen von der Oberfläche des Oolithen stammen mußte. In den feinen Fadenbildungen aber glaubte Rothpletz die Rückstände wieder zu erkennen, welche er in seinen Präparaten bereits hatte beobachten können. Nichtsdestoweniger war Rothpletz der Meinung, daß auch alle die größeren Algenformen in der beabsichtigten Publikation auf Tafeln abgebildet, nach ihren morphologischen Verhältnissen genau bestimmt und nach Möglichkeit mit bereits beschriebenen Formen indentifiziert werden müßten.

Für das Oolithenproblem haben meines Erachtens diese größeren, den Oolithen äußerlich anhaftenden Algen keine Bedeutung. Die Frage geht allein darum, ob einer der gefundenen Organismen bei der Entstehung der Oolithe mitbeteiligt ist und in welcher Weise man sich das Zustandekommen der Oolithstruktur unter der Mitwirkung dieses Organismus vorzustellen hat. Die Arbeiten, welche ich unternommen habe, um über diesen Punkt Klarheit zu schaffen, sollen im nachstehenden im Anschluß an die Veröffentlichung der von Rothpletz hinterlassenen Manuskripte mitgeteilt werden.

Ich war bei meinen Untersuchungen lediglich auf das von Rothpletz gesammelte Material angewiesen, das seit Jahren in der Sammlung aufbewahrt worden war. Meine Arbeit konnte deswegen auch nur das eine Ziel verfolgen, festzustellen, ob in den Oolithen von Meskoutine organische Reste eingeschlossen sind, die nach Form und Anordnung die Vermutung bestätigen, daß die in den Oolithen vorliegende Kalkablagerung unter der Mitwirkung lebender Organismen zustande gekommen ist. Eine Ergänzung des positiven Befundes durch Beobachtung der Organismen im lebenden Zustande, durch den Versuch, die fraglichen Lebewesen auf künstlichem Nährboden zu züchten, ihren Stoffwechsel und seine Beziehungen zu der Kalkablagerung aufzuklären, muß Forschern überlassen bleiben, welche die Möglichkeit haben, an dem Fundorte rezenter Oolithe ihre Arbeitsstätte aufzuschlagen, was mir durch die Zeitverhältnisse unmöglich gemacht ist.

Über die Oolithe und oolithartigen Bildungen im allgemeinen.

(Unvollendetes Manuskript von A. Rothpletz.)

Ein seltsamer Schleier liegt über diesen Gebilden. Schon der Name Oolith ist mißleitend. Die einen verstehen darunter den oberen Teil der Juraformation, die anderen ein Gestein, das aus kleinen kugeligen Körpern zusammengesetzt ist, und noch andere, eben jenen kleinen Körper selbst. Als Bezeichnung für die obere Juraformation ist der Name in England in Gebrauch gekommen, weil dort die oolithische Fazies besonders auffällig hervortritt. In anderen Ländern hingegen ist diese Fazies im Jura gar nicht oder nur ganz untergeordnet entwickelt und zeichnet statt dessen andere geologische Horizonte aus. Man hat deshalb selbst in England in neuerer Zeit diese Bezeichnung mit Recht durch mittleren und oberen Jura zu ersetzen begonnen, und wenn auch Haug in seinem Lehrbuch der Geologie neuerdings wieder diesen Namen für das Ober-Jura-System vom Bayocien an bis zum Portlandien das Wort geredet hat, so glaube ich doch, daß dieser Versuch, einen obsolet gewordenen Namen wieder zu erneuern, keinen Anklang finden wird, um so weniger, als dafür eine Notwendigkeit durchaus nicht besteht. Kalkowsky hat den Vorschlag gemacht, den Namen Oolith für die oolithischen Gesteine zu reservieren und für die sie zusammensetzenden Oolithe das Wort Ooid zu gebrauchen. Er gibt aller-

dings zu, daß dieses Wort phonetisch nicht schön ist wegen der Häufung von Vokalen, er weiß aber keinen anderen Rat, um den Doppelsinn des Wortes Oolith zu beseitigen. Nur zögernd hat dieser neue Name Eingang in der Literatur gefunden; aber mir scheint, daß alle diese Schwierigkeiten am leichtesten zu überwinden sind, wenn man sich entschließt, für Ooid das Wort Oolith beizubehalten und die aus Oolithen zusammengesetzten Gesteine als Oolithgesteine oder, was sie ja meistens sind, als Oolithkalksteine zu bezeichnen. Außerdem ist es eine Tatsache, die wohl öfters übersehen worden ist, daß Gesteine, die ausschließlich aus Oolithen bestehen, große Seltenheiten sind. In den meisten Fällen ist die Bezeichnung oolithische Kalksteine viel richtiger, weil sich an deren Zusammensetzung gewöhnlich neben den Oolithen eine ganze Menge anderer Körper, wie Quarzsand, Muschelschalen, Crinoidenglieder usw. beteiligen. Ich werde deshalb das Wort Oolith nur auf die oolithischen Körper anwenden. Doch sind damit noch nicht alle Schwierigkeiten und Zweideutigkeiten beseitigt. Denn es kommen neben und zwischen den Oolithen in den oolithischen Gesteinen noch oolithähnliche Körper vor, deren Formenreichtum aber so groß ist, daß nur ein Teil mit den echten Oolithen verwechselt werden könnte, die extremsten Formen aber als etwas ganz anderes erscheinen.

Der typische Oolith soll eine kugel- bis eiförmige Gestalt und radiäre, sowie konzentrische Struktur haben. Aber bei vielen Oolithen fehlt die eine oder andere dieser Eigenschaften. Die äußere Gestalt ist ungemein wechselreich und hängt da, wo ein Fremdkörper in der Mitte des Oolithen liegt, in höherem Grade von dessen Form ab. Die kugelige Gestalt kann unter diesen Umständen ganz verloren gehen und die Außenseite setzt sich aus verschiedenen konvexen Flächen zusammen, weil der Oolithüberzug die spitzen Ecken und scharfen Kanten, welche die Fremdkörper oft haben, stets auszugleichen bestrebt ist. Aber auch wo Fremdkörper fehlen, sind die Oolithe häufig unregelmäßig geformt, haben die Gestalt von verzerrten Kugeln oder Ellipsoiden; oft auch zeigen sie Auswüchse oder Verwachsungen, und wenn dann auch die radiäre Struktur schwindet, so gehen sie schließlich in scheinbar unregelmäßige globulöse Körper über, die zugleich die normale Größe der Oolithe bedeutend überschreiten und selbst Durchmesser bis zu einigen cm erlangen können. Soll man solche Körper noch als Oolithe bezeichnen? In den reinen Kalkablagerungen der alpinen Trias sind sie sehr häufig und schon vor langen Jahren hat Escher v. der Linth sie als Riesenoolithe bezeichnet. Die mikroskopische Untersuchung solcher Steine lehrt aber, daß zwischen diesen Riesenoolithen auch ähnliche kleinere Gebilde liegen, zum Teil von ebenso geringen Dimensionen, wie sie den echten Oolithen eigen sind, so daß es schwer hält, zwischen jenen und diesen scharfe Grenzen zu ziehen. Endlich aber treffen wir auch solche Gebilde, die zwar die Struktur der Riesenoolithe und der echten Oolithe haben, in der äußeren Form jedoch sich von diesen ganz unterscheiden. Sie haben keine ringsum abgegrenzte Gestalt mehr, sondern sind langgezogene, in die Schichten der Sedimente eingefügte Lager, die man als Landschaftskalke oder Stromatolithe bezeichnet hat. Dieselben kommen zusammen mit echten Oolithen vor und gehen stellenweise sogar in solche über, so daß auch genetische Zusammenhänge bestehen müssen. Da aber in der äußeren Form und Struktur doch erhebliche Unterschiede existieren, so ist es notwendig, diese Verschiedenartigkeiten durch Namen zum Ausdruck zu bringen. Die echten Oolithe lassen mindestens drei Verschiedenheiten erkennen. Für die radiär gebauten hat Gümbel schon den Namen Ektoolith gegeben, von ἐκτος und nicht ἐξτος, also darf nicht Extoolith ge-

schrieben werden. Die Oolithe, welche nur konzentrische, aber keine radiale Struktur zeigen, könnten als Amphioolithe bezeichnet werden. Und endlich gibt es noch Entoolithe, wie sie Gümbel genannt hat, bei denen sowohl die radiäre wie die konzentrische Struktur fehlt. Man könnte auch versucht sein, alle Oolithe außerdem in zwei Gruppen zu bringen, je nachdem sie im Innern einen Fremdkörper haben oder nicht. Indessen scheint mir eine solche Einteilung nicht durchführbar, weil auch bei Oolithen ohne deutliche Fremdkörper, deren Mittelpunkt häufig eine andere Struktur zeigt als die der peripheren Teile, und es dann ungewiß bleibt, ob nicht auch der Kern, trotzdem er aus Kalk besteht, als ein Fremdkörper aufzufassen ist. Neben die echten Oolithe wären dann die Bololithe zu stellen (*βωλος* — der Knollen). Hiezu rechne ich die sogenannten Riesenoolithe und die ihnen verwandten Formen. Als dritte Gruppe endlich haben die Stromatolithe zu gelten.

Alle oolithischen Gebilde, welche ich seit langen Jahren genauer studiert habe, lassen sich in diese fünf Gruppen unterbringen, wenn schon manchmal Schwierigkeiten insofern entstehen, als diese Gruppen durch Übergänge miteinander verbunden sind. Das ist aber eine jedem Systematiker wohlbekannte Eigentümlichkeit aller Einteilungen; auch dürfen wir nicht vergessen, daß es sich hier zunächst nur um eine morphologische, nicht aber um eine genetische Klassifikation handelt. Letztere wäre erst möglich, wenn wir über die Entstehungsgeschichte im klaren sind. Aber gerade in dieser Beziehung stehen sich zwei Anschauungen ziemlich diametral gegenüber. Die eine hält die Oolithe für Kalkausscheidungen, die auf rein unorganischem Wege zustande kommen und deshalb auch auf künstlischem Weg im Laboratorium erzeugt werden können; die andere sieht in ihnen Bildungen lebender Organismen.

Experimentelle Erklärungsversuche auf unorganischem Wege.

Grundlegend für diese Auffassung wurden die Experimente von Link[1]). Er erhielt durch Zuführung sowohl von Na_2CO_3 als auch von $(NH_4)HCO_3$ in künstliches Meereswasser, das 0,156 % $CaSO_4$, aber keinen $CaCO_3$ enthielt, einen Aragonitniederschlag von winzig kleinen Sphärolithen, von desminbündelartigen faserigen Kristallaggregaten und ziemlich zahlreichen, kurz säulenförmigen Einzelkristallen. Die Sphärolithe erreichten einen Durchmesser bis zu 0,02 mm, bei Fällung mit Ammonium-Karbonatlösung erreichten sie vereinzelt auch Größen bis zu 0,2 mm. Sie waren nach Links Angaben vollkommen kugelförmig und vielfach zu zweien oder mehreren nach Art von Globigerinen zusammen aggregiert. Durch Aufdrücken des Deckglases ließen sie sich leicht durch die Mitte entzweispalten. Ohne eine weitere Beschreibung oder Abbildung derselben zu geben, sagt er (S. 509), „diese Sphärolithe sind nun nichts anderes als die runden Körper der Oolithe und Rogensteine. Sie bilden sich auf unorganischem Weg als sphärische Konkretionen mit oder ohne Kern, wie sie es haben können“. Es fällt schwer, sich dieser Schlußfolgerung ohne weiteres anzuschließen; denn eigentlich besteht das tertium comparationis nur darin, daß die rezenten Oolithe ebenso wie diese künstlichen Sphärolithe aus Aragonit zusammengesetzt sind. Letztere scheinen wenigstens nach Beschreibung in ihrer

[1]) G. Link, Die Bildung der Oolithe und Rogensteine. Beilageband 16 d. N. J. f. Mineral. etc 1903 S. 495 bis 513.

radiären Kristallgruppierung über den Weg desminartiger Garben mit Einzelkristallen in Verbindung zu stehen, eine Erscheinung, die bei den rezenten Oolithen noch nicht bekannt geworden ist. Dahingegen fehlt diesen Sphärolithen die konzentrisch-lammellöse Struktur der Oolithe, wie es scheint, ganz, da sie andernfalls von Link sicherlich betont worden wäre. Die radiäre Struktur der Sphärolithe hingegen fehlt bei manchen Oolithen, so daß sich diese Ähnlichkeit nur auf einen gewissen Teil der Oolithe beschränkt. Ein weiterer Unterschied, daß die künstlichen Sphärolithe die Maximalgröße der Oolithe nicht erreichten, könnte wohl darin seine Erklärung finden, daß die Aragonitausscheidung bei der künstlichen Sphärolithbildung zeitlich zu bald ein Ende fand, während sie im Meere unbeschränkt lang anhalten könnte. Aber das ist doch nur eine Vermutung, die ebensogut richtig als unrichtig sein kann. In vielen Fällen schließen außerdem die Oolithe einen Fremdkörper ein, der den künstlichen Sphärolithen fehlt. Diesen Unterschied erklärt Link damit, daß in litoralen Gebieten oder in der Nähe von Korallriffen, wo die brandenden Wogen fortwährend Sandkörnchen oder Bruchstücke organischer Kalkmassen (Muscheln, Korallen, Foraminiferen usw.) in flottierender Bewegung erhalten, die Aragonitfasern sich um diese anlagern. Draußen aber auf offenem Meere oder in ruhiger abgeschlossener See sollen sie sich ohne Kern bilden. Das ist natürlich auch nur eine Hypothese, für welche das Tatsachenmaterial noch nicht erbracht ist. Es ist auch ein großer Unterschied zwischen sphärolitisch gestellten Kristallen und solchen, die sich palisadenartig auf einem Fremdkörper anordnen und nur da eine radiäre Stellung annehmen, wo sich die Oberfläche des Fremdkörpers einer Kugelfläche nähert, und es ist deshalb auch wohl begreiflich, daß, wo solche Kugelflächen fehlen, die Gruppierung der Kristalle annähernd zu einer Parallelstellung wird, wie dies bei den Stromatolithen die Regel ist. Nach Link sollen die brandenden Wogen den Fremdkörper in schwebender Stellung und tanzender Bewegung erhalten, so daß die Kristalle die Möglichkeit haben, rings um diesen Körper anzuschließen. Es ist aber zweifelhaft und jedenfalls in keiner Weise erklärt worden, wie das aus der Verwesung von Tier- oder Pflanzenleichen entstehende Ammoniumkarbonat in so bewegtem Wasser Aragonitkristalle ausfällen kann, die nicht etwa auf den Leichen selbst sich ansetzen, sondern an den tanzenden Fremdkörper heranschwimmen und sich an denselben in ganz bestimmter und gleichbleibender Orientierung ansetzen. So interessant also und wichtig die Experimente Links auch in anderer Beziehung sind, so kann man sich doch nicht verhehlen, daß sie für die Entstehung der wirklichen Oolithe keinen entscheidenden Aufschluß gebracht haben. Er hat keine echten Oolithe, sondern nur Sphärolithe künstlich dargestellt.

Einen anderen Weg haben Drew und Vaughan[1]) eingeschlagen. Sie gingen dabei von den Verhältnissen aus, die sich bei Bahama und den Tortugas-Inseln vorfinden. Und indem Drew die Kalkniederschläge in den dortigen seichten Meeresteilen untersuchte, fand Drew, daß eine Unmenge denitrifizierender Pilze (Bakterium calcis) sich in dem Meereswasser vorfinde. Es gelang ihm nun auch, auf künstliche Weise mit solchen Bakterien Kalkniederschläge zu erzeugen und er schloß daraus, daß der feine Kalkschlamm des Meeres

[1]) On the Precipitation of Calcium Carbonate in the Sea by Marine Bacteria, and on the Action of Denitrifying Bacteria in Tropical and Temperate Seas. Preliminary Remarks on the Origin of the Bahaman and Floridian Oolites. No. 182 of the Carnegie Institution of Washington 1914.

durch die Tätigkeit dieser Bakterien bei Anwesenheit verwesender Tier- und Pflanzenleichen sich bildet. Allerdings bestand dieser Niederschlag nicht aus Sphärolithen, sondern aus halbkristallinem Kalkschlamm, in dem aber vereinzelte, winzig kleine Sphärolithe bemerkt wurden. Vaughan schloß daraus, daß der amorphe Schlamm sich erst durch diagenetische Vorgänge allmählich in Sphärolithe umbilde. Er hat zum Beweise dessen eine Schlammprobe, die dem Meere entnommen und in welcher die Anwesenheit von Oolithen nicht bemerkt worden war, einige Monate stehen lassen. Dann nahm er eine genaue Untersuchung vor und entdeckte eine kleine Anzahl kleiner Oolithe darin. Dieselben hatten einen Durchmesser von 0,004 mm bis zur gewöhnlichen Größe der Florida-Oolithe, die einen Durchmesser von 0,1 bis 0,8 mm haben. Um nachzuweisen, daß diese Körper wirklich im Schlamme wachsen, passierte er solchen Schlamm durch ein feines Sieb mit so engen Maschen (mit 0,13 mm Durchmesser), daß keine größeren Oolithe mitgehen konnten. Dieser so gesiebte Schlamm blieb etwas über 3 Monate in Ruhe, worauf er von neuem untersucht und die Anwesenheit von „Oolithen“ nachgewiesen wurde, deren kürzerer Durchmesser 0,17, deren längerer 0,23 mm maß. Er faßt sie deshalb als Neubildungen auf und hält diese neugebildeten Sphärolithe, die aber bei dem geringsten Druck zerquetscht wurden, für echte Oolithe. Doch sind seine Untersuchungen noch nicht abgeschlossen und es fehlt noch der Nachweis, daß jene Schlamm-Sphärolithen auch echte Bahama-Oolithe waren. Es haben die von ihm festgestellten, diagenetisch entstandenen Sphärolithe weder die Größe der Bahama- und Florida-Oolithe erreicht, noch auch fremde Körper umhüllt. Gerade das Wichtigste also, sowohl bei den Untersuchungen von Link wie von Vaughan, steht noch aus, nämlich der Nachweis, daß die beobachteten Sphärolithe auch wirkliche Oolithe sind.

Grösse und Form der Oolithe.

(Unvollendetes Manuskript von A. Rothpletz.)

Wenn man Form und Größe aller der Gebilde angeben sollte, welche eben als Oolithen beschrieben worden sind, so würde man fast vor eine unmögliche Aufgabe gestellt sein. Denn sie schwanken zwischen mikroskopischer Kleinheit und über Kopfesgröße und mit der regelmäßig kugelrunden Form beginnend variieren sie nach allen Seiten hin bis zur vollständigen Unregelmäßigkeit, wobei nur eines immer gewahrt bleibt, nämlich die Geschlossenheit der stets gekrümmten Oberfläche und damit die Selbständigkeit jedes einzelnen Oolithen gegenüber seiner Umgebung.

Einfach ist die Aufgabe, sobald wir diejenigen Gebilde ausschließen, die trotz gewisser innerer Ähnlichkeiten ihrer Entstehung nach doch sicher von diesen verschieden sind. Dahin gehören die mehr oder minder rundlichen Kalkknollen mit deutlicher Pflanzenzellstruktur, die als Girvanellen, Sphärocodien usw. beschrieben worden sind. Ebenso sind aber auch die Pseudoolithen und die Bololithen auszuscheiden und ferner die kleinen tierischen Exkremente (Sterkoma), welche eine kugelförmige oder längliche ellipsoide Gestalt haben.

Von den Oolithen, die dann noch übrigbleiben, läßt sich sagen, daß ihre Größe und Form in erster Linie von dem Fremdkörper bestimmt wird, um den herum sie sich gebildet haben. Ist dieser sehr klein, dann bleibt es auch der Oolith, dessen Durchmesser

nach diesen Umständen meist nur wenige Millimeter und nur selten einen oder auch mehrere Zentimeter erreicht. Wo der Fremdkörper aber groß ist, erscheint es nötig, die Dicke der Oolithkruste anzugeben. Es ergibt sich dann, daß diese meist einige Millimeter nicht überschreitet und nur selten die Dicke von einem Zentimeter und mehr erreicht.

Nach meinen Erfahrungen bleibt die Dicke der marinen Oolithkrusten im allgemeinen hinter der von Süßwasseroolithen zurück und erreicht kaum jemals einen Zentimeter, meist nur einige Millimeter.

Die Gestalt nähert sich um so mehr der Kugelform, je kleiner der zentrale Fremdkörper ist. Die kleinen Unregelmäßigkeiten solcher oft eckiger Fremdkörper sucht der Oolith schon mit seinen ersten Lagen auszugleichen, so daß die Kugelform mit jeder neuen Lage deutlicher hervortritt. Es gelingt dies aber dem Oolithen um so weniger, je größer und unregelmäßiger geformt der Innenkörper ist und je nachdem entstehen länglich ellipsoidische, stab-, warzenförmige oder ganz unregelmäßige Oolithe, wobei jedoch immer die eckigen und kantigen Formen des Fremdkörpers an der Oberfläche des Oolithen abgerundet erscheinen. Weiterhin ist für die Form des Oolithen bestimmend die Art seines Dickenwachstums. In vielen Fällen ist dasselbe ein sehr gleichmäßiges, die Anwachsungen legen sich in gleichen Abständen und allseitig übereinander. So entstehen, wenn der Zentralkörper sehr klein ist, kugelförmige Gebilde. Oft aber ist das Wachstum ein einseitig rascheres, — es liegt der Fremdkörper dann nicht mehr zentral. Oder aber es zeigen die einzelnen Anwachszonen selbst Unregelmäßigkeiten, sie umschließen den Fremdkörper oder die älteren Lagen des Oolithen nicht allseitig — sie liegen unter sich nicht völlig konkordant und es verliert der Oolith die regelmäßige konzentrische Struktur. Oft auch zeigen die Oolithkrusten eine von dem zentralen Fremdkörper ganz unabhängige Wachstumeigentümlichkeit, die zu kleinen warzenförmigen oder mäandrisch gewundenen Erhabenheiten an der Oberfläche führt (Deicke, Ewald) und die den Bau jeder einzelnen Anwachszone beherrscht (Kalkowskys Kegelstruktur). Störungen treten zuweilen auch dadurch ein, daß sich während des Wachstums des Oolithen Fremdkörper auf seiner Oberfläche ansetzen, die dann von den späteren Anwachszonen überwuchert und eingeschlossen werden (Grub). Die in der Petrographie gebräuchliche Bezeichnung, die Oolithen hätten eine konzentrisch-schalige Struktur, ist somit nicht zutreffend und hat nur für gewisse Oolithen Gültigkeit. In Wirklichkeit bestehen die Oolithe aus Anwachszonen, von denen die jüngeren die älteren ganz oder auch nur teilweise umhüllen. Die Form der jüngsten Anwachszone bestimmt zugleich die Form des ganzen Oolithen. In allen Fällen, wo also der Oolith einen unregelmäßig gestalteten größeren Fremdkörper einhüllt, z. B. eine Muschelschale, können die Anwachszonen keine sphäroidische Form haben und weichen so sehr von einer Kugelhülle ab, daß mit Bezug auf sie und die anderen Hüllen nicht von einem Mittelpunkt gesprochen werden kann, von dem ihre Bildung ausgegangen wäre, wie dies z. B. bei Sphärolithen oder Stärkekörnern der Fall ist, selbst dann, wenn durch einseitiges Wachstum dieses Zentrum exzentrisch geworden ist.

Betrachtet man z. B. den Oolith, den ich aus Culm Gothlands (1913 Taf. 6 Fig. 2) abgebildet habe, so erkennt man deutlich den schaligen Aufbau. Die Oolithhülle umschließt eine wellig gerippte halbkreisförmige Muschelschale, deren freie Enden sich nicht berühren, während die Oolithhülle sich beinahe geschlossen hat. Solange dieser Oolith noch nicht im Bindemittel des Gesteins eingeschlossen war, muß er wie eine 5 mm große

Kugel ausgesehen haben, die im Innern aber hohl war. Das Bildungszentrum lag aber nicht etwa in diesem mittleren Hohlraum und die innersten Schichten dieser Kugel waren nicht etwa die ältesten, sondern ebenso wie die äußersten die jüngsten. Die Muschelschale war ja das „Bildungszentrum“, wenn man auf einem so gekrümmten flächenartig entwickelten Fremdkörper diese Bezeichnung anwenden wollte und dürfte. Von einem konzentrischen Schalenaufbau hier zu sprechen, würde entschieden verfehlt sein, wo es sich doch nur um Schalen handelt, die eine Muschelschale annähernd gleichförmig umhüllen.

Das für alle Oolithen Gemeinsame und Charakteristische ist somit, daß sie aus Kalklagen bestehen, die einen Fremdkörper ringsum vollständig umhüllen. Darin liegt der Unterschied zu den Stromatolithen, bei denen die Kalklagen den Fremdkörper nur auf dessen Oberseite bedecken und seitwärts eine unbegrenzte Ausbreitungsmöglichkeit besitzen. Die Oolithe hingegen, wenn sie einmal angelegt sind, können nur noch in die Dicke wachsen, indem die vorhandenen Lagen von neuen umschlossen werden. Aber oftmals, ehe dies geschieht, bedeckt sich die Oberfläche mit Sandkörnern und mit lebenden oder toten Tieren und Pflanzen. Sie werden dann von den neuen Lagen überdeckt, die dann natürich an solchen Stellen eine andere Form als die älteren Lagen annehmen müssen.

Manchmal treten auch oberflächliche Beschädigungen der Oolithe ein, deren Ursachen nicht immer festgestellt werden können; dann wird also die Oberfläche des Oolithen nicht mehr durchaus von der obersten Schalenhülle gebildet und tiefere Teile kommen zum Vorschein. Beim weiteren Wachstum legten sich dann die nächsten Hüllen konkordant zur Oberfläche, aber diskordant zu den alten Lagen darüber. Einen sehr extremen Fall stellen in dieser Richtung die Hemioolithe Kalkowskys dar, wärend schwächere Diskordanzen leicht der Beobachtung entgehen, obwohl sie sehr häufig sind.

Für die Gestalt der Oolithe bestimmend ist auch die Zwillingsbildung, welche gar nicht selten zu sein scheint. Zwei ursprünglich selbständige Oolithen legen sich aneinander und die neuen Kalklagen umhüllen dann alle beide. So können selbst Viellinge entstehen, für die es charakteristisch ist, daß die Oolithhüllen

(Die Fortsetzung des Manuskripts fehlt in den mir übergebenen, von Rothpletz hinterlassenen Papieren.)

Untersuchungen über die rezenten Oolithe aus den Quellen von Meskoutine.

Von K. Giesenhagen.

Die Oolithe, welche mir gemäß der letztwilligen Verfügung meines verstorbenen Freundes Rothpletz von dem Konservator der paläontologischen Sammlung, Herrn Professor Dr. Broili, ausgehändigt wurden, befanden sich in einem offenen Kästchen, dem eine gegedruckte Etikette mit der Aufschrift:

Pisolithe aus den heißen Quellen Hamman Meshontine Algier

beigegeben war.

Es sind 173 Stücke, von denen die meisten, nämlich 138 Stück erbsenförmig, annähernd isodiametrisch oder ausnahmsweise etwas verlängert bohnenförmig gestaltet sind. Die übrigen sind zum Teil flächenförmig (11 Stück) oder unregelmäßig kantig (24 Stück)

mit abgerundeten Ecken und Kanten. Nur bei vereinzelten kleineren Flächenstücken finden sich neben abgerundeten Kantenflächen scharfrandige Bruchflächen, die den Eindruck erwecken, als ob ein flächenförmig entwickelter Oolith nachträglich durch mechanische Einwirkung zertrümmert worden sei.

Auch bei den regelmäßigsten isodiametrischen Stücken ist die Krümmung der Oberfläche niemals völlig gleichmäßig, so daß die Idealgestalt der Kugel von keinem einzigen Stück erreicht wird. Es finden sich vielmehr bei allen wenigstens ein, meist aber mehrere Oberflächenbezirke, die abgeplattet oder selbst flachmuldenförmig vertieft sind, etwa so wie es bei Erbsen der Fall ist, welche bei der Berührung in der Hülse durch gegenseitigen Druck stellenweise abgeplattet sind, nur mit dem Unterschiede, daß die abgeplatteten Stellen nicht wie bei den Erbsen infolge der reihenweisen Anordnung in der Hülse einander gegenüberliegen, sondern in jeder beliebigen Lage zueinander auftreten können.

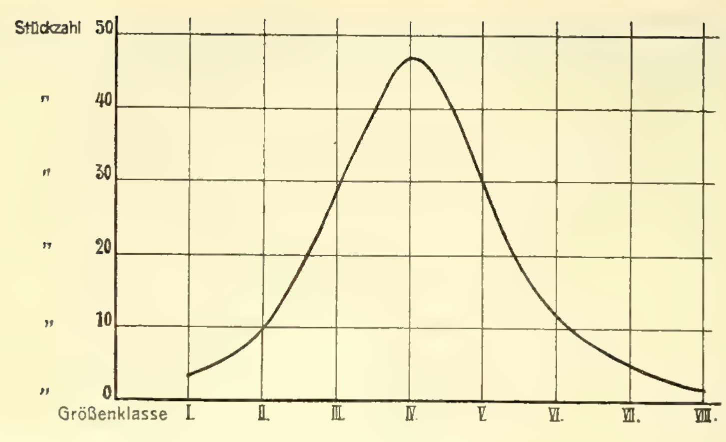
Bei den unregelmäßiger gestalteten Stücken kommen neben den konvexen und abgeplatteten Oberflächenpartien auch grubige Vertiefungen und sattelförmige Ausbuchtungen vor, die, wie es scheint, auf die Gestalt des Kerns zurückzuführen sind, um den sich der Oolith gebildet hat. An den isodiametrischen Stücken finden sich, abgesehen von den erwähnten flachmuldenförmigen Abplattungen, nur in ganz vereinzelten Fällen und in sehr geringem Umfange unregelmäßig grubige Vertiefungen und es hat dann meist den Anschein, als ob diese vertieften Stellen in der ursprünglich gleichartigen Oberfläche nachträglich ausgesprengt worden seien.

Die Größe und damit das Gewicht der Oolithe schwankt innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Die größten Stücke finden sich unter den flächenförmigen und unregelmäßig kantigen Formen. Unter den mehr regelmäßig isodiametrisch entwickelten Formen hat das kleinste Stück einen Durchmesser von kaum einem Millimeter, während das größte im Mittel etwa 1 cm Durchmesser hat. Dazwischen sind alle Übergänge vertreten. Man kann die 138 erbsenförmigen Stücke leicht in 8 Größenklassen gruppieren. Dabei ergibt sich das bemerkenswerte Resultat, daß die Stücke der mittleren Größenklassen sehr viel zahlreicher sind als die extremen Größen. In Figur 1 der Tafel sind die regelmäßigen Stücke nach Größenklassen geordnet in natürlicher Größe photographisch dargestellt.

Über die Größenverhältnisse gibt die nachstehende Tabelle zahlenmäßigen Aufschluß:

Größenklasse	Größter Durchmesser	Anzahl	Bemerkungen
I	kleiner als 2 mm	3	
II	3—4 mm	9	
III	4—5 mm	29	
IV	ungefähr 5 mm	47	
V	5—6 mm	30	
VI	6—7 mm	13	
VII	7—9 mm	5	Alle Stücke länglich bohnenförmig.
VIII	größer als 10 mm	2	

Aus der Zahlenreihe der dritten Spalte der Tabelle ergibt sich, daß die Größenverhältnisse der rundlichen Oolithe, auf rechwinklige Koordinaten bezogen, eine dem Queteletschen Gesetz entsprechende Variationskurve ergeben, deren Verlauf in der Textfigur 2 dargestellt ist.



Figur 2.
Graphische Darstellung der Größenverhältnisse der von Rothpletz in Meskoutine gesammelten Oolithe.

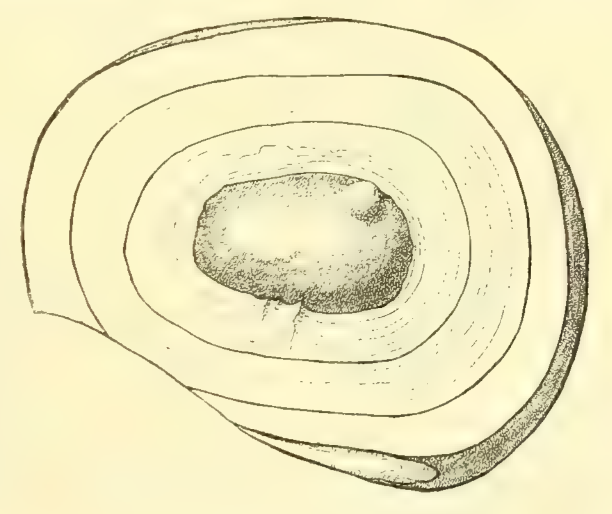
Die Einbeziehung der bei der vorstehenden Betrachtung zunächst unberücksichtigt gebliebenen flächenförmigen und unregelmäßig kantigen Stücke kann dieses Ergebnis nicht wesentlich beeinträchtigen. Für sie gilt die gleiche Gesetzmäßigkeit der Größenordnung wie sich unmittelbar aus der in Figur 2 und 3 auf Tafel I gegebenen photographischen Abbildungen dieser Stücke erkennen läßt.

Es ist wohl nicht anzunehmen, daß Rothpletz beim Einsammeln der Oolithe in Meskoutine die mittelgroßen Stücke besonders bevorzugt habe, vielmehr liegt es nahe, daß er, da es sich für ihn um die Aufdeckung des Entwicklungsganges der Oolithe handelte, besonders eifrig nach kleineren Stücken gesucht haben wird. Wenn man diese Annahme gelten lassen will, so muß die Größenordnung als eine Wesenseigentümlichkeit der Oolithe angesehen werden und es kann der Wahrscheinlichkeitsschluß abgeleitet werden, daß nicht etwa die kleineren Stücke einfach als Jugendstadien der größeren angesehen werden dürfen, sondern daß die mittelgroßen Stücke die Norm bilden, während die größeren und kleineren Stücke von äußeren Umständen bedingte Abweichungen von der Norm darstellen, die um so seltener auftreten, je weiter sie sich von der Norm entfernen. Man kann das Ergebnis auch in der folgenden Form zum Ausdruck bringen: Die Größe der Oolithe von Meskoutine ist nicht lediglich von ihrem Lebensalter, d. i. von der Zeitdauer ihres Wachstums abhängig, sondern es spielt dabei ein Zufallsfaktor die ausschlaggebende Rolle.

Mit Rücksicht auf diesen Wahrscheinlichkeitsschluß halte ich es für angezeigt, daß für die Beschreibung des inneren Baues der Oolithe und für die Untersuchung der Verhältnisse, welche geeignet sind, über die Entwicklung derselben Aufschluß zu geben, in erster Linie die erbsenförmigen Stücke von mittlerer Größe, etwa von der Größenklasse III bis VI herangezogen werden. Selbstverständlich dürfen auch die von der Norm abweichenden Stücke nicht ganz vernachlässigt werden, vielmehr können die bei ihnen auftretenden Besonderheiten ein Kriterium für die Richtigkeit der von den normalen Stücken abgeleiteten Erklärungsversuche abgeben; denn sofern die unregelmäßigen Stücke wirklich den normalen Oolithen wesensgleiche Bildungen sind, muß eine zutreffende Erklärung für die Entstehung der Oolithe auch der Eigenart der ersteren Rechnung tragen können.

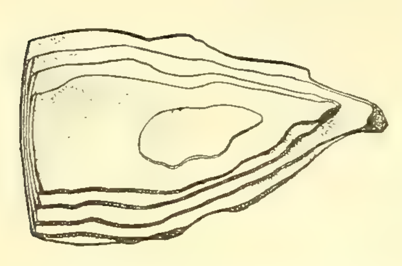
Dem bloßen Auge erscheint die Oberfläche der Oolithe von Meskoutine bei der großen Mehrzahl der Stücke grauweiß, glatt und stumpf, d. i. glanzlos. Einige von den größeren und mittelgroßen Stücken zeigen aber stellenweise oder durchaus einen spiegelnden Hochglanz, sie sehen wie poliert aus. An unregelmäßigen Stücken ist der Hochglanz mehr oder minder deutlich auf die konvexen oder planen Oberflächenteile beschränkt, während die Vertiefungen die gleiche stumpfe Glätte zeigen, wie sie der Mehrzahl der Stücke eigen ist. Dieser Umstand sowie die Erfahrung, daß man an den glanzlosen Stücken durch Reiben mit dem Finger ohne Schwierigkeit gleichen Hochglanz hervorrufen kann, führen zu dem Schlusse, daß die Politur der einzelnen Stücke ein Kunstprodukt ist, welches wohl zufällig durch oftmaliges Berühren oder absichtlich durch Abwischen zum Zwecke der Säuberung von anhaftenden Staub- oder Schlammteilen herbeigeführt sein mag. Als eine Ausnahme ist es anzusehen, daß bei ganz vereinzelten Stücken, und zwar auch bei solchen mittlerer Größe die Oberfläche oder doch einzelne Stellen derselben dem unbewaffneten Auge uneben und körnig rauh erscheinen. Unter der Lupe erkennt man, daß diese Erscheinung auf dem Vorhandensein zahlreicher, ziemlich dicht, aber unregelmäßig stehender Höckerchen oder Vorwölbungen beruht, welche an den normalen Stücken nicht vorhanden sind. Bei den letzteren zeigt das Lupenbild eine glatte Oberfläche, die wie mit einem feinen abwischbaren Hauche überzogen ist. Wenn man eine Stelle mit dem Finger reibt, so verschwindet der Hauch und der Hochglanz tritt hervor.

Um die innere Struktur der Oolithen erkennbar zu machen, wurde eine Anzahl von Stücken mit einer scharfen Zwickzange halbiert. Dabei zerspringen die rundlichen Körperchen nicht selten in zwei annähernd gleich große Stücke, so daß eine nahezu ebene Halbierungsfläche entsteht. Bisweilen aber verläuft die Bruchfläche nur durch die äußeren Schichten ringsum in einer Ebene, während ein innerer Kern von mehr oder minder großem Durchmesser ungespalten bleibt. Diese Unregelmäßigkeit im Verlauf der Spaltungsfläche steht im Zusammenhang mit der Struktur der Oolithe. Der Körper des Oolithen ist bis auf einen zentralen Kern aus konzentrischen Schichten aufgebaut, welche auf der das Schichtensystem radial durchsetzenden Bruchfläche mehr oder minder deutlich als ein System von konzentrischen Ringen hervortreten. Der Zusammenhang der Substanz ist offenbar in zwei Richtungen ungleich, einmal in radialer Richtung, worauf es beruht, daß die Schichten bei einem senkrecht auf die Oberfläche kommenden Druck in einer Radialfläche durchtrennt werden, und sodann in der Richtung des Schichtenverlaufes, womit es zusammenhängt, daß gelegentlich die inneren Schichten, welche den ungeschichteten Kern umhüllen, in der Fläche ihres Verlaufes auseinandergespalten werden, so daß dann der Kern mit den ihn umhüllenden Schichten sich in der Mitte der Spaltfläche des einen Teilstückes in Form



Figur 3. Gespaltener Oolith. (Vergr.)

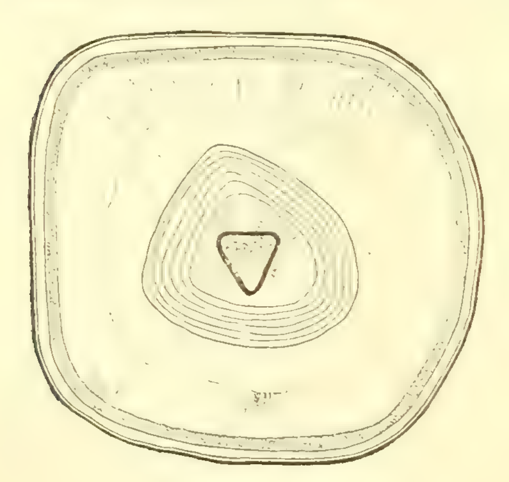
eines rundlichen Höckers erhebt, wie es in der Textfigur 3 an einem zerspaltenen Oolithen der Größenklasse IV erkennbar ist. Wenn man mit einem feinen Meißel von der Oberfläche eines Oolithen durch Schub in tangentialer Richtung ein Stück absprengt, so werden die Schichtflächen am Rande des Bruchstückes teilweise freigelegt, wie aus Figur 4 erkennbar ist. Wäre die Substanz nach allen Richtungen hin von gleicher Dichte und Festigkeit, so würden die so gewonnenen Spaltstücke eine mehr oder minder gleichmäßige Bruchfläche aufweisen müssen. Die Spaltbarkeit in radialer Richtung und im Verlauf der Schichtflächen erklärt hier ohne weiteres die entstandene Form des Spaltstücks.



Figur 4.
Schollenförmiges abgesprengtes Stück eines Oolithen, stärker vergrößert.

Wenn ein Oolith in einem Glasröhrchen oder einfach auf einer Platinöse in der nicht leuchtenden Bunsenflamme bis zur beginnenden Rotglut erhitzt wird, so zerspringt er, wobei sich meistens die Sprengstücke schalenförmig von einem inneren Kern ablösen und auch noch in einzelne Schichten auseinanderblättern. Auch hierin zeigt sich deutlich die erhöhte Spaltbarkeit des Oolithen im Verlauf der Schichtungsflächen.

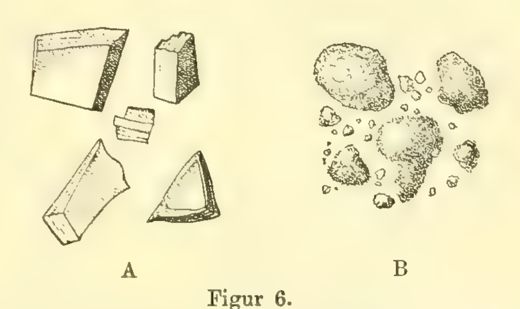
Die Schichten des Oolithenkörpers zeigen verschiedene Breite. Bisweilen läßt sich mit Hilfe stärkerer Vergrößerung die ganze Spaltfläche eines halbierten Oolithen bis auf den ungeschichteten Kern in ein System feiner konzentrischer Linien auflösen (siehe Figur 3), in anderen Fällen aber ist der Oolithenkörper nur teilweise aus derartigen feinen Schichten aufgebaut, zwischen denen breitere Schichten von anderer Struktur eingeschaltet sind. Einen besonders instruktiven Fall dieser Art zeigt die Textfigur 5, welche die Spaltfläche eines Oolithen der Größenklasse V in Lupenvergrößerung darstellt. Um den ungeschichteten Kern, der einen dreieckigen Querschnitt aufweist, liegen zunächst dicke Schichten mit körnigem Gefüge. Darüber folgt eine Reihe von zarteren Schichten, dann folgen wieder dicke Schichten mit körniger Struktur, bei denen eine radiale Anordnung der Teilchen schwach angedeutet ist; zu äußerst liegt wieder ein System feiner, dichter Schichten. Wir können also hier zweierlei verschiedenartige Schichtensysteme erkennen, feine dichte Schichten und breite Schichten mit körniger, schwach radial faseriger Struktur.



Figur 5. Gespaltener Oolith. (Vergr.)

Die Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Substanz der Schichten tritt besonders deutlich hervor, wenn man ein kleines Teilstück eines Oolithen, das nur aus dichten Schichten oder nur aus körnigen Schichten besteht, zwischen zwei Objektträgern durch leichten Druck zertrümmert. Im ersteren Fall entstehen scharfkantige Bruchstückchen und Splitter, welche in ihrer Formgestaltung an Porzellanscherben erinnern. Die Bruchflächen

folgen fast ausnahmslos den Schichtflächen bzw. den Spaltflächen in radialer Richtung. (Siehe Textfigur 6A.) Aus dem körnigen Schichtenteil gehen bei dem gleichen Experiment ganz unregelmäßige, aber mehr rundlich gestaltete Trümmer hervor, welche eine körnig-rauhe Oberflächenbeschaffenheit aufweisen und bei denen, wie Textfigur 6B erkennen läßt, neben größeren Trümmern auch viele kleine und kleinste Stückchen sich vorfinden, während bei den Bruchstücken des fein geschichteten Teiles derartige staubfeine Trümmer nicht auftreten oder doch nur erst bei stärkerer und wiederholter mechanischer Einwirkung erzielt werden können.



Figur 6.
A = Bruchstücke des feingeschichteten Teiles
B = Bruchstücke des körnigen Schichtenteiles eines Oolithen, stärker vergrößert.

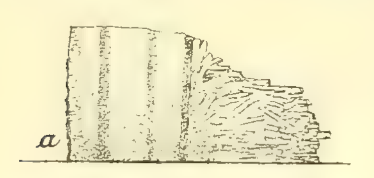
Die Verteilung, d. i. die gegenseitige Lagerung, der aus feinen Lamellen zusammengesetzten und der aus körniger Substanz bestehenden Schichten ist bei den einzelnen Oolithen wechselnd, bisweilen finden sich körnige Schichten nur in der nächsten Umgebung des ungeschichteten Kerns, bisweilen wird der Kern zunächst von dichten Schichten umhüllt, auf welche dann eine Zone körniger, radialfaseriger Schichten folgt, während gegen die Oberfläche hin wiederum feine Schichten darüber gelagert sind. Auch eine mehrfache Abwechslung zwischen feinen und radialfaserigen Schichten ist nicht selten zu beobachten, dabei schwankt das Mengenverhältnis der beiden Schichtenarten innerhalb weiter Grenzen, wie ja schon aus dem Vergleich der beiden in Textfigur 3 und Textfigur 5 dargestellten Spaltstücken zweier Oolithe hervorgeht. Stücke, welche ganz aus körnigen Schichten aufgebaut waren, sind wir nicht begegnet. Immer waren wenigstens die der Oberfläche genäherten Teile des Oolithenkörpers aus feinen, lamellenartig übereinandergelagerten Schichten zusammengesetzt.

Die Dicke der einzelnen Schichten oder was das gleiche bedeutet, die Breite der Ringe auf dem Querschnitt des Oolithen ist in dem feingeschichteten Teil ziemlich gleichmäßig, so daß die aus feinen Schichten aufgebauten Teile des Oolithen einen streng konzentrischen Verlauf der Begrenzungsflächen aufweisen. Bei den körnigen Schichten wechselt dagegen die Dicke der einzelnen Schichten nicht selten in ziemlich beträchtlichem Grade. So weicht z. B. in Textfigur 5 das um den ungeschichteten Kern gelagerte System körniger Schichten in seiner Umrißform von dem umhüllten Kern beträchtlich ab und auch die unter dem oberflächlichen System feiner Schichten gelegenen radialfaserigen Schichten dieses Oolithen bewirken wiederum durch ungleiche Schichtenbreite eine Gestaltveränderung des Gebildes gegenüber dem von ihnen umhüllten Teil.

Das in Textfigur 5 dargestellte Spaltstück eines Oolithen läßt noch eine Besonderheit erkennen, welche bei einer größeren Anzahl der gespaltenen Stücke auffällig hervortrat und deshalb nicht unerwähnt bleiben soll. Der ungeschichtete Kern wird hier von einer feinen, schwarzbraunen Schichte begrenzt, während im übrigen die Spaltfläche eine durchweg gleichmäßige grauweiße Färbung aufweist. Auch der ungespaltene Kern des in Textfigur 2 dargestellten Oolithen weist diese schwarze Färbung seiner Oberflächenschichte auf. Unter der Lupe läßt die durch die Spaltung freigelegte dunkle Schicht einen deut-

lichen Metallglanz erkennen, dessen gelblicher Reflex an Schwefelkies erinnert. Ich werde später noch auf diese Erscheinung zurückzukommen haben.

Wenn man kleinere Bruchstücke und durchscheinende Splitterchen zertrümmerter Oolithe der Beobachtung unterwirft, so kann man dabei auch stärkere mikroskopische Vergrößerungen anwenden. Mittels dieses Verfahrens gelang es mir, einige weitere Aufschlüsse über die Struktur der den Oolithkörper zusammensetzenden Schichten zu gewinnen. Die Textfigur 7 ist die Darstellung vom durchscheinenden Rand eines feinen Splitterchens, welches von den oberflächlichen Schichten eines halbierten Oolithen in der Weise abgesprengt war, daß die Schichten durch die Sprengflächen senkrecht getroffen waren. Wir haben also in der Figur einen Radialschnitt der äußeren Schichten vor uns. Die Schichten, aus denen sich das Splitterchen zusammensetzt, sind in verschiedenem Grade durchscheinend. Es wechseln demnach im durchscheinenden Lichte dunklere und hellere Streifen miteinander ab. Die dunkleren Streifen sind im vorliegenden Falle schmäler als die helleren, an anderen Stellen konnte das umgekehrte Verhältnis beobachtet werden. Sowohl die dunklen als die hellen Streifen scheinen wieder aus feinen Lamellen zusammengesetzt zu sein.

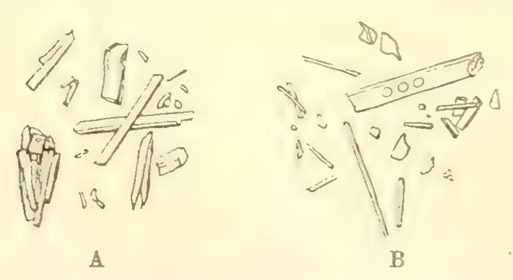


Figur 7. Durchscheinender Rand eines Oolithsplitters, dessen Hauptflächen die Schichten radial durchsetzen. Stärker vergrößert.

Die äußerste dunkle Schicht ist an ihrer Außenfläche, welche der Oberfläche des Oolithen entspricht, nicht glatt, sondern fein gekörnelt (Figur 7 bei a), was mit dem Vorhandensein des früher geschilderten, abwischbaren Hauches auf der Oberfläche des Oolithen zusammenhängt. Auf die soeben beschriebenen feinen Schichten an dem Splitter des Oolithen folgt nach innen zu eine breitere körnigere Schicht, welche nicht die scharfkantige, glatte Umrandung zeigt. Sie ist vielmehr teilweise unregelmäßig zersplittert, wobei sie eine Neigung zur Auflösung in einzelne feine stab- oder stengelförmige Elemente verrät.

Diese stengelförmigen Elemente finden sich immer massenhaft in dem Detritus, der bei völliger Zerquetschung eines Oolithenstücks unter dem Deckglas entsteht. Aus sehr zahlreichen Beobachtungen gewann ich den Eindruck, daß sie nicht ebenflächige kristallinische Teilstücke sind, sondern mehr unregelmäßig stabförmige Gebilde von verschiedener Dicke und Länge, die aber leicht durch Querbruch in kürzere Teilstücke zerfallen können.

Die Textfigur 8 zeigt eine Anzahl von kleinsten Bruchstücken, welche bei stärkerer Vergrößerung (etwa 580) beobachtet und gezeichnet sind. Neben einzelnen, deutlich stabförmigen Splittern von fast kristallinischer Regelmäßigkeit finden sich kleine und kleinste Partikelchen von allen möglichen Gestaltungen, aber doch vorwiegend eckig und mit scharfkantigen Rändern, nicht oder doch nur ausnahmsweise körnchenartig abgerundet. Die annähernd kristallinisch geformten Stäbchen sind von sehr unterschiedlicher Dicke. Häufig sind die Stäbchen nach dem einen Ende zu schwach verjüngt, bisweilen auch etwas ge-



Figur 8. Kleinste Bruchstücke zerquetschter Oolithe. Vergr. 580.

krümmt. Ein einziges Mal sah ich in einem dickeren Stück (Figur 8B) drei kuglige Einschlüsse. Wiederholte Beobachtungen an dem Präparat, das längere Zeit erhalten blieb, ließ mir keinen Zweifel darüber, daß die kugligen Körperchen wirklich im Innern des Stäbchens lagen. Eine Anordnung der Begrenzungsflächen, wie sie bei echten Kristallen, auch wenn sie in Bruchstücken vorliegen, gelegentlich auftreten müßten, konnte ich nicht beobachten. Im polarisierten Lichte zeigten die Stäbchen und ihre Bruchstücke je nach ihrer Lage zur Schwingungsebene blaue und rote Färbung.

Um die Frage zu lösen, ob der Kalk, aus dem die Oolithen bestehen, organische Reste einschließt, habe ich die Oolithen der Einwirkung kalklösender Reagentien ausgesetzt. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß die Einwirkung chemischer Lösungsmittel auf kristallinische Substanzen von der Kristallstruktur beeinflußt wird[1]). An einem Marmorstückchen z. B. bilden sich bei Einwirkung einer Säure gekrümmte Abschmelzungsflächen heraus, die durch mehr oder minder scharfe Kanten gegeneinanander abgegrenzt sind. Man führt das ungleichmäßige Vordringen des Lösungsmittels von der Oberfläche aus auf die Anordnung der kleinsten Teile der kristallinischen Materie in regelmäßigen Raumgittern zurück. Bei amorphem Material liegen die Verhältnisse anders. Wenn es völlig homogen ist, so wird die Abschmelzung durch das eindringende Lösungsmittel von der Oberfläche aus allseitig gleichmäßig fortschreiten. Sind Stellen von ungleicher Dichte oder Zusammensetzung in dem Material vorhanden, so wird das Vordringen des Lösungsmittels an solchen Stellen entsprechend beschleunigt oder verzögert werden. Ein dritter Fall liegt vor, wenn die lösliche anorganische Substanz, gleichviel ob kristallinisch oder amorph, in ein organisches Kolloid von bestimmter Struktur eingelagert ist. In diesem Falle bestimmt die Struktur des Kolloids, seine Permeabilität und die Verteilung und Lage der mineralischen Substanz in dem Gesamtkomplex für das Lösungsmittel die Geschwindigkeit und den Weg des Vordringens. Bei meinen Untersuchungen über das Wachstum der Cystolithen von Ficus elastica (Flora 1890 p. 1) hatte ich hinreichend Gelegenheit, über diese Tatsache Beobachtungen anzustellen. Die Entkalkung der Cystolithen wurde mit verdünnter Essigsäure vorgenommen. Die Lösung des kohlensauren Kalkes, welcher in die Zellulosemasse des Cystolithenkörpers eingelagert ist, erfolgte im ganzen von der Oberfläche aus ziemlich gleichmäßig, was dem Aufbau des Cystolithen aus konzentrischen Zelluloseschichten entspricht. An den radialen Strängen, welche die Masse des Cystolithen von dem Stielansatz bis an die Papillen der Oberfläche durchsetzen, machte sich regelmäßig ein schnelleres Vordringen des Lösungsprozesses bemerkbar, so daß die ursprünglich vorhandenen, den Papillen entsprechenden Vorsprünge der Begrenzungsfläche zwischen dem kalkhaltigen und entkalkten Teil des Cystolithen bald ausgeglichen und schließlich deutlich in Einbuchtungen übergeführt wurde. Längs der radialen Stränge dringt also offenbar infolge der Struktureigentümlichkeit der Zellulose in diesen Partien das Lösungsmittel schneller vor als senkrecht zu den Flächen der Zelluloseschichten.

Aus diesen Erfahrungen leitete ich die Vermutung ab, daß das Lösungsphänomen auch bei dem Kalk der Oolithen über die Struktur der Materie Aufschluß geben könne, daß insbesondere beim Vorgang der Lösung erkennbar werden müsse, ob die Schichten

[1]) F. Rinne, Mineralogische Charakterzüge der kristallinen Materie. Verh. d. Ges. deutscher Naturf. u. Ärzte 1913 I. Tl. p. 65.

der Oolithe homogen sind, ob kristallinische Struktur einen Einfluß ausübt oder ob ein in dem Mineral verteiltes Kolloid von besonderer Struktur das Vordringen des Lösungsmittels bestimmt.

Durch zahlreiche direkte Beobachtungen habe ich mich überzeugen können, daß das letztere der Fall ist. Ich benutzte zu diesen Versuchen kleine abgesprengte Splitter von den verschiedenen Schichten des Oolithenkörpers, die in Wasser unter das Mikroskop gebracht wurden. Wird dem Wasser eine kalklösende Säure zugesetzt — ich bediente mich dazu meist der Essigsäure —, so beginnt alsbald die Entwicklung von Kohlensäure. Die auftretenden Gasblasen erschweren dabei insofern die ununterbrochene Beobachtung, als sie das Objekt im mikroskopischen Bilde oft verschieben, teilweise oder völlig überdecken und durch die dabei sich ergebenden Lichtbrechungserscheinungen am Blasenrande verzerrt erscheinen lassen oder undeutlich, oder selbst vorübergehend unsichtbar machen. Bei einiger Ausdauer und oft wiederholten Versuchen gelingt es aber trotz dieser Störungen einwandfrei festzustellen, daß die Auflösung niemals in der Weise erfolgt, wie sie bei einer homogenen Substanz oder bei einem Konglomerat kleinster Kristalle vor sich gehen müßte. Bei ihnen müßte entsprechend dem Vordringen des Lösungsmittels die Auflösung des Kalkes von der Oberfläche aus nach innen fortschreiten. Die Ecken und Kanten müßten zuerst angegriffen und abgeschmolzen werden. Das ist aber bei den Splitterchen der Oolithen niemals der Fall. Die Stücke behalten bei der Lösung des Kalkes, deren ununterbrochener Fortschritt durch die Gasentwicklung angezeigt wird, ihre Größe und ihre Umrißform bei, bis sie endlich ganz in einzelne stäbchenförmige Stücke zerfallen, an denen die Lösung bis zum vollständigen Verschwinden des kohlensauren Kalkes weitergeht.

Die verschiedenen Schichten der Oolithe, die dichten Schichten der konzentrischschaligen Komplexe und die breiteren Schichten mit radialer Anordnung ihrer Elemente verhalten sich dabei verschieden. Bei den ersteren ist die Zahl der Stäbchen, die bei dem Zerfall der Splitter infolge der fortschreitenden Herauslösung des Kalkes sichtbar werden, außerordentlich groß. Die Stäbchen sind von sehr ungleicher Länge, meist nur kurz und sehr dünn und in allen Richtungen, vorwiegend aber tangential zum Schichtenverlauf gelagert. Bei den breiteren Schichten sind die Stäbchen im Verhältnis zur Masse des Oolithensplitterchens weniger zahlreich. Sie sind meist verhältnismäßig lang und dick und annähernd radial gelagert. Nach der völligen Auflösung des Kalkes ist dementsprechend die Masse der zurückbleibenden organischen Reste bei den schmalen dichten Schichten merklich größer als bei den breiteren Schichten mit radialer Struktur.

Wie auf Seite 22 beschrieben und in der Textfigur 7 dargestellt wurde, setzen sich die dichteren Schichtenkomplexe der Oolithe aus schmalen Schichten zusammen, die im Radialschnitt in durchscheinendem Lichte gesehen, abwechselnd opak und durchscheinend sind. Um zu prüfen, ob sich die opaken und die durchscheinenden Schichten dem Lösungsmittel gegenüber gleich oder verschieden verhalten, wurden kleine dünne Splitterchen, die von radialen Flächen begrenzt waren, also Stückchen, die einem medianen Dünnschliff des Oolithen entsprechen, mit dem Lösungsmittel behandelt. Das Ergebnis war, wie Figur 9 zeigt, daß die durchscheinenden Schichten vom Rande her ohne Rest gelöst werden. Der Lösungsvorgang beginnt am Rande der einzelnen durchscheinenden Schicht, d. i. an der Berüh-



Figur 9. Oolithsplitter quer zum Schichtverlauf nach kurzer Einwirkung von Essigsäure. (Vergr.)

rungsfläche zwischen Substanz und Lösungsmittel und schreitet ohne Spuren zu hinterlassen nach innen fort. In den opaken Schichten erfolgt die Lösung von innen heraus, ohne daß zunächst ihr Gesamtumriß wesentlich geändert wird. Der Umstand, daß schalenförmige Stücke der dichteren Schichtenkomplexe, wie oben beschrieben, bei der Lösung des Kalkes zunächst ihre Umrißform und Größe beibehalten, beruht also nur auf dem Verhalten der opaken Schichten.

Aus der mitgeteilten Beobachtung leite ich den Schluß ab, daß die durchscheinenden Schichten der dichteren Schichtenkomplexe der Oolithe nicht von organischer Substanz durchsetzt sind. Sie bestehen lediglich aus der säurelöslichen mineralischen Substanz, deren Struktur und Schichtung wohl durch einen Organismus aufgebaut sein kann, aber nicht durch eine beigemischte organische Substanz bedingt ist, in dem Sinne, wie es bei den opaken Schichten des Komplexes und bei den breiteren Schichten mit radialer Struktur der Fall ist.

Von besonderem Interesse ist die Beobachtung der Vorgänge, durch welche die letzten Spuren des Kalkes aus den stäbchenförmigen Stücken herausgelöst werden, in welche ein Splitterchen aus einer radialgebauten breiteren Schicht des Oolithen nach längerer Einwirkung des Lösungsmittels zerfallen ist. Zunächst erscheinen diese Stückchen noch in ihrer ganzen Ausdehnung stark lichtbrechend infolge des Kalkgehalts. Allmählich vermindert sich die Menge des Kalkes in dem Stäbchen, wobei die Länge des ganzen Gebildes nicht abnimmt. Dann verlieren einzelne Partien des Stäbchens das stärkere Lichtbrechungsvermögen. Sie werden undeutlicher, während an anderen Stellen die Konturen noch scharf hervortreten. Zwischen den einzelnen deutlich erkennbaren, noch kalkhaltigen Abschnitten des Stäbchens bleibt aber eine kalkfreie Verbindung bestehen, allmählich verschwinden dann auch die letzten Spuren des Kalkes und man sieht anstatt der scharf konturierten Nadel ein feines Fädchen als Überrest erhalten bleiben. Wären die Kalkstäbchen, in welche sich das Oolithensplitterchen unter der Einwirkung des Lösungsmittels aufgelöst hat, Kristallnadeln, so müßte wohl ihre Abschmelzung wie von den Flanken aus so auch von beiden Enden gleichmäßig gegen die Mitte hin fortschreiten und sie würden mit der letzten Spur des Kalkes spurlos verschwinden.

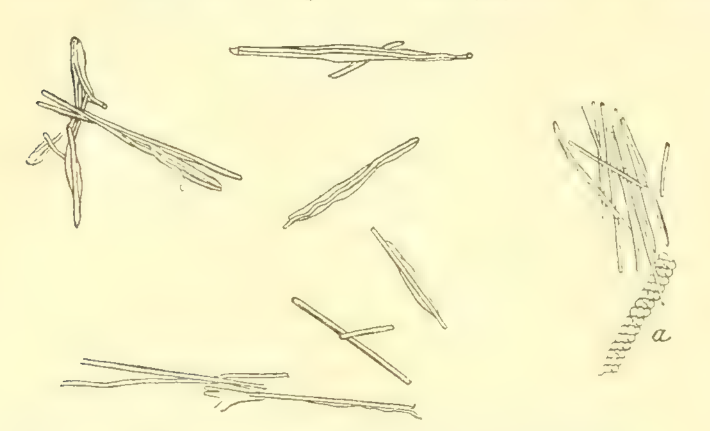
Die Figur 10 zeigt verschiedene Stadien eines in Lösung begriffenen Stäbchens, die ich während der Beobachtung mit der Immersion bei starker Vergrößerung gezeichnet habe, um dem Leser eine Vorstellung von diesem für die Deutung des Baues der Oolithen ausschlaggebenden Vorgänge zu verschaffen. Die dargestellten Stadien a, b und c wurden in wenigen Minuten durchlaufen. Leider gestatten die unglücklichen Verhältnisse, unter denen z. Z. alle wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu leiden haben, nicht, meine in Bleistift ausgeführte Zeichnung auf einer Steindrucktafel wiederzugeben. Die Umzeichnung zum Zweck der Herstellung einer Zinkotypie hat die Feinheiten verwischt, so daß die bildliche Darstellung als schematisch erscheint und den Unterschied zwischen den kalkhaltigen und entkalkten Teilen des Fadens nicht mit der gleichen Deutlichkeit hervortreten läßt, mit welcher sie im Mikroskop wahrgenommen werden kann.



Figur 10.
Kalkstäbchen aus einem Oolithen während der Lösung des Kalkes in 3 aufeinanderfolgenden Stadien. Vergr. ca. 1000.

Bei den feinen Stäbchen, in welche die dichteren Schichten des Oolithen bei der Lösung des Kalkes schließlich zerfallen, ist der Vorgang des Abschmelzens der letzten Kalkreste in der soeben geschilderten Weise weniger leicht zu verfolgen. Die Stäbchen sind zarter und wenn sie sich aus dem Verbande lösen, meist schon völlig kalkfrei. Bei ihrer ungleichmäßigen Lagerung gelingt es auch nicht, sie vorher durch Druck auf das Deckglas voneinander zu trennen, während die Elemente der breiteren, radial aufgebauten Schichten durch Druck isoliert werden können, bevor noch die Lösung des Kalkes begonnen hat, wie ja in Figur 8 zur Darstellung gebracht ist.

Die feinen, kalkfreien Fäden, welche bei der Entkalkung übrig bleiben, werden sehr bald undeutlich, so daß sie nicht in Dauerpräparaten vorgeführt werden können. Ich habe in einer großen Anzahl von Beobachtungen im Immersionsmikroskop das Aussehen dieser Fäden studiert und die wahrgenommenen Bilder in Zeichnungen festgehalten. Einige dieser Bilder sind in Figur 11 wiedergegeben, wobei indessen wiederum die Bleistiftzeichnungen bei der Umzeichnung für die Zinkotypie wesentlich vergröbert werden mußten. Bisweilen erscheinen die Fäden, welche aus den breiten, radialgebauten Schichten stammen, wenigstens anfänglich nach dem Verschwinden des Kalkes wie von einer äußerst zarten Hülle umschlossen. Manchmal ist diese Hülle nicht wahrzunehmen. In allen klar erkennbaren Fällen erwiesen sich die Fäden als unverzweigt. Das letztere gilt auch von den Fäden aus den dichten Schichten des Oolithen, die keine scheidenartige Umhüllung erkennen lassen und nach völliger Entkalkung in kurze Stücke zerfallen.



Figur 11. Organischer Rückstand aus entkalkten Splittern der körnigen Schichten eines Oolithen. Rechts unten eine Spirulina. Vergr. 1030.

Bei einer der dargestellten Gruppen (Figur 11 bei a) lag eine Spirulina. Ich konnte nicht entscheiden, ob dieser Organismus etwa zufällig in dem Körper des Cystolithen eingeschlossen war, oder nur seiner Oberfläche angehangen hatte. Da ich derartige Einschlüsse sonst nicht beobachtete, dagegen an der Oberfläche der Oolithen zahlreiche verschiedenen Gruppen angehörige Algen anhängend gefunden habe, glaube ich, daß es auch in diesem Falle sich nur um eine mit dem Splitterchen ins Präparat gebrachte Form von der Oberfläche handelt. Sie mitzuzeichnen schien mir schon deshalb zweckmäßig, weil dadurch ein Vergleichsobjekt für die Vergrößerung gegeben ist.

Im Zusammenhang mit den geschilderten Entkalkungsversuchen muß ich noch von einer Wahrnehmung berichten, die regelmäßig gemacht werden konnte, wenn ich ein Oberflächensplitterchen zu den Versuchen verwendete. Es zeigte sich dabei, daß bei dem Zerfall eines solchen Oberflächenstücks bei der Entkalkung außer den stäbchenförmigen Elementen ein zartes, schwachgelblich erscheinendes Häutchen übrig blieb, das in seiner

Umrißform und Größe genau der Oberfläche des Oolithenstücks entsprach. Bei sorgfältiger Verfolgung des Auflösungsprozesses konnte ich mit Sicherheit konstatieren, daß dieses Häutchen der feinkörnigen Außenfläche des Oolithen entsprach, deren Vorhandensein früher bereits konstatiert worden ist und deren Entfernung durch Wischen und Reiben an den trockenen Oolithen den früher erwähnten Hochglanz hervortreten läßt. Bei stärkster Vergrößerung läßt das nach der Entkalkung zurückbleibende Häutchen eine feinkörnige Struktur erkennen, ohne daß es indessen möglich wäre, die punktfeinen Elemente mit Sicherheit als Organismen, etwa als Bakterienzellen zu identifizieren.

Wenn ich die Ergebnisse der Entkalkungsversuche zusammenfasse, so läßt sich sagen, daß nach der Auflösung der mineralischen Substanz der Oolithe fadenförmige Reste zurückbleiben, die ihrer mikroskopisch wahrnehmbaren Beschaffenheit nach nicht mineralischer, sondern organischer Natur sind. Außerdem ist auch die Oberfläche des Oolithen mit einer dünnen Schicht überzogen, welche nicht als ein Bestandteil des Minerals erscheint und ebenfalls organischer Natur sein dürfte.

Man kann mit gutem Recht das Ergebnis auch folgendermaßen formulieren: Die Oolithe von Meskoutine bestehen der Hauptsache nach aus äußerst feinen organischen Fäden, welche mit einer Hülle von kohlensaurem Kalk umkleidet sind. Die aus diesen verkalkten Fäden aufgebaute Substanz ist in verschieden dichten konzentrischen Schichtenkomplexen um einen ungeschichteten Kern angeordnet. In den dichteren Schichtenkomplexen wechseln opake und durchscheinende Schichten miteinander ab. In den ersteren liegen die verkalkten Fäden ungeordnet dichtgedrängt, vorwiegend in tangentialer Richtung zum Verlauf der Schichtflächen. Die durchscheinenden Schichten zwischen ihnen bestehen aus Kalk ohne organische Beimengung. In den breiteren Schichten sind die verkalkten Fäden vorwiegend annähernd radial angeordnet. Da die Kalkhüllen der einzelnen Fäden hier meist beträchtlich dicker sind als in den schmalen dichten Schichten, so enthalten die breiten radialgebauten Schichten im Verhältnis mehr Kalk und weniger organische Substanz als die opaken Schichten der dichteren Komplexe. Diese letzteren sind aber durch Lagen reinen Kalkes voneinander getrennt.

Bei meinen Versuchen, aus dem Vorgange der Lösung eines Oolithsplitters durch Essigsäure Schlüsse auf die Struktur des Gebildes zu ziehen, hatte sich ergeben, daß die Oolithsplitter beim Abschmelzen des Kalkes sich weder wie grob- oder fein-kristallinische noch wie rein amorphe Massen von kohlensaurem Kalk verhalten. Es zeigte sich vielmehr, daß der Lösungsprozeß so verläuft, als ob die Kalkmasse von einer organischen Substanz von bestimmter Struktur durchsetzt sei. Der Splittter behält lange Zeit hindurch seine Umrißform und Größe bei, bis er sich schließlich in einzelne stabförmige Elemente auflöst, aus denen die letzten Reste des Kalkes allmählich verschwinden, während ein kalkfreier Rest zurückbleibt. Wenn dieses Verhalten wirklich auf dem Vorhandensein einer organischen Substanz von besonderer Struktur beruht, so muß es möglich sein, den Lösungsvorgang der Kalkmasse durch vorgängige Entfernung der organischen Substanz zu verändern. Splitterförmige Stücke müssen sodann dieselbe von außen nach innen vordringende Abschmelzung zeigen, wie sie an kristallinischen oder amorphen Kalkstücken beobachtet wird. Um zu prüfen, ob das der Fall ist, verfuhr ich in folgender Weise. Ein Oolith wurde auf einer Platinöse liegend in die nicht leuchtende Flamme des Bunsenbrenners gebracht. Nach kurzer Zeit, meist bevor noch ein eigentliches Glühen des Kalkes eingetreten

ist, zerspringt der Oolith, wobei sich seine Masse gewöhnlich bis auf einen ganz bleibenden Kern entsprechend dem Schichtenverlauf in kleinere und größere schalenförmige Stücke auflöst. Ein solches schalenförmiges Stück wurde nochmals mit der Pinzette in die Flamme gehalten, bis es eben schwache Rotglut zeigte und sodann auf dem Objektträger durch einen Druck in kleinere Partikel zersprengt. Dabei ergab sich, daß der Widerstand, den ähnliche Schalenstücke eines ungeglühten Oolithen dem Zerdrücktwerden entgegensetzen, bedeutend geringer geworden ist, und die einzelnen Bruchstücke zeigen auch nicht mit gleicher Deutlichkeit die scharfkantigen Ränder, welche an Porzellanscherben erinnern, wie es früher beschrieben und in der Textfigur 6a dargestellt worden ist.

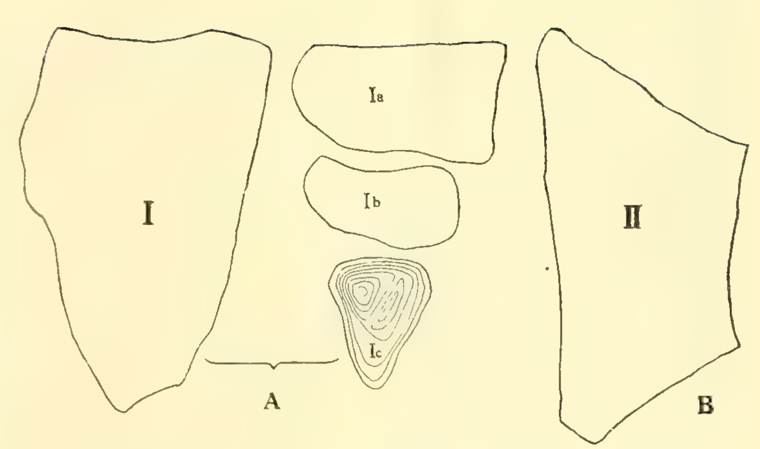
Es liegt auf der Hand, daß durch das Erhitzen und Glühen dem kohlensauren Kalk Kohlensäure entzogen werden kann. Indessen ist offenbar dieser Prozeß, der bei Steigerung des Glühens bis zur Weißgluthitze zur Ätzkalkbildung führen müßte, bei dem von mir eingeschlagenen Verfahren noch nicht in irgendwie beträchtlichem Grade fortgeschritten. In Wasser gelegt zeigen die geglühten Stücke keine merkliche Veränderung. Bei der Benetzung mit verdünnter Essigsäure beginnt an den geglühten Partikelchen die Gasblasenentwicklung mit der gleichen Lebhaftigkeit wie an nicht geglühten Stücken. Und wenn wirklich stellenweise eine Überführung des kohlensauren Kalkes in Ätzkalk stattgefunden hat (stärker geglühte Stücke färben sich mit Phenolphtalein rot), so kann sich daraus allein doch noch keine Änderung des Gefüges ergeben. Wäre die Natur des Kalkes verändert, die Struktur aber unverändert geblieben, so müßte das Eindringen des Lösungsmittels und damit der Gang des Auflösungsprozesses den gleichen Verlauf nehmen, wie beim ungeglühten. Dadurch aber, daß bei dem Glühen des Stückchens die organische Substanz, welche das Gefüge des ganzen Gebildes bedingt, zerstört worden ist, muß der Gang der Auflösung in eine andere Bahn gelenkt werden. Das Lösungsmittel, das in der strukturlos gewordenen Masse von außen nach innen vordringt, muß ein Abschmelzen von außen nach innen hervorrufen und es darf schließlich auch nach der vollständigen Lösung des Kalkes kein sichtbarer Rückstand übrig bleiben.

Das wirkliche Verhalten der geglühten Stücke im Versuch entspricht vollkommen diesen Voraussetzungen. Wenn nämlich ein solches geglühtes Teilstückchen in einen Wassertropfen gelegt und Essigsäure zugesetzt wird, so beginnt alsbald das Abschmelzen vom Rande her, wobei zuerst die vorspringenden Ecken und Kanten angegriffen und abgeschmolzen werden. Der Umriß des Stückchens verkleinert sich fortgesetzt, bis endlich der letzte Rest ohne jeden Rückstand vollständig verschwindet.

Bisweilen kommt es vor, daß ein solches der Einwirkung der Essigsäure ausgesetztes Stück nach kurzer Zeit in mehrere Stücke zerbricht, was darauf beruhen dürfte, daß bei dem Absprengen des Stückchens von der größeren Scholle Risse und Sprünge entstehen, in die das Lösungsmittel eindringt, so daß die in den Sprüngen sich bildenden Kohlensäureblasen die einzelnen Teile auseinanderdrängen.

In umstehender Figur 12 A ist das Verhalten eines solchen geglühten Stückchens während der Einwirkung der Essigsäure in einer Serie von Umrißformen dargestellt, welche in Zwischenräumen von 2 bis 3 Minuten mit der Kamera gezeichnet wurden. Figur 12 B zeigt zur Kontrolle ein in gleicher Weise behandeltes Stück eines ungeglühten Oolithen. Die beiden Stücke, welche rechts und links in der Figur dargestellt sind, wurden in zwei voneinander getrennten Wassertröpfchen auf einen Objektträger gelegt und so ihr Umriß

mit der Kamera gezeichnet. Die beiden Stückchen waren so ausgewählt, daß sie ungefähr gleiche Flächengröße und gleiche Dicke besaßen. Sodann wurde zu beiden Wassertröpfchen je ein Tropfen einer Essigsäurelösung aus der gleichen Pipette hinzugegeben. Die beiden Tropfen blieben auf dem Objektträger durch einen Zwischenraum getrennt. Ein Deckglas wurde nicht aufgelegt. Es wurde damit erreicht, daß die auftretenden Gasblasen leicht entweichen konnten, wodurch das unausgesetzte Hin- und Herrücken der der Lösung ausgesetzten Stücke vermieden wurde. Das in Figur 12 links dargestellte große Stück I zerfiel nach 8 Minuten in die drei Teilstücke Ia, Ib und Ic, deren Umrisse in dem mittleren Teil der Figur 12 gezeichnet sind. Das untere der drei Stücke wurde in seinem weiteren Verhalten ununterbrochen beobachtet; da es seine Lage im Präparat nicht veränderte, konnten die sich nach kurzen Zwischräumen ergebenden Umrißbilder ohne weiteres in die zuerst gewonnene Umrißfigur mit der Kamera hineingezeichnet werden. Der Vergleich dieser Umrißbilder zeigt, daß das Stück vom Rande aus abschmolz, wobei die nach unten gelegene Ecke etwas schneller gelöst wurde als der obere Teil. Als das Stück ungefähr die Gestalt eines gleichseitigen Dreiecks mit abgerundeten Ecken angenommen hatte, zerfiel es in zwei ungleiche Teilstücke, von denen das kleinere schon nach wenigen Minuten spurlos verschwand, während das größere einige Minuten länger sich erhielt, bis es gleichfalls gelöst wurde, ohne eine sichtbare Spur zu hinterlassen. Die beiden anderen Stücke hatten sich in der Zwischenzeit gleichfalls sehr stark verkleinert und verschwanden im Verlauf einer weiteren Viertelstunde ohne Rest. Das in der Figur B dargestellte Stück II eines ungeglühten Oolithen war während der ganzen Zeit den gleichen Bedingungen ausgesetzt gewesen. Der Vergleich seiner Umrißform mit der zuerst gewonnenen, in der Figur 12 B dargestellten Umrißzeichnung ließ keine merkliche Größenabnahme und Gestaltveränderung erkennen, obwohl das unausgesetzte Auftreten von Gasblasen bewies, daß die Lösung des Kalks auch an diesem Präparat ohne Unterbrechung fortgeschritten war. Der einzige wahrnehmbare Unterschied gegenüber dem Anfangsstadium bestand darin, daß die Ränder des Stückes nicht mehr scharfrandig hervortraten, sondern eine sehr feine faserige Auflösung erkennen ließen und daß gelegentlich durch die aus dem Innern hervordringenden Gasblasen kleinste stabförmige Teilchen abgesprengt wurden. Erst mehrere Stunden später, nachdem der allmählich verdunstende Flüssigkeitstropfen durch öfters erneuerten Zusatz von Essigsäurelösung wieder ersetzt worden war, trat der Zerfall des Stücks in seiner ganzen Ausdehnung in die faserförmigen Elemente ein, wie es oben bereits für Bruchstücke von Oolithen geschrieben worden ist.



Figur 12. Umrißbilder von Oolithsplittern während der Lösung des Kalkes. I geglüht, II ungeglüht. Siehe den Text.

Der geschilderte Versuch bestätigt also, daß das Verhalten des nicht geglühten

Oolithen bei der Einwirkung des kalklösenden Reagens zurückzuführen ist auf das Vorhandensein der organischen Substanz, die beim Glühen zerstört wird.

Um die aus den bisher beschriebenen Beobachtungen gewonnene Anschauung, daß der Kalk der Oolithen mit einer organischen Substanz von kolloidaler Beschaffenheit durchsetzt ist, weiter zu stützen, habe ich noch eine Reihe anderer Versuche angestellt. Ich ging dabei von der Annahme aus, daß ein durch den ganzen Kalkkörper des Oolithen verteiltes Kolloid bei Benetzung Wasser durch Imbibition aufnehmen und dieses Wasser auch mit größerer Kraft festhalten müsse, als ein Kalkkörper ohne Kolloid. Zunächst schien es mir nötig, nachzuweisen, ob überhaupt Wasser in das Innere des Kalkes aufgenommen wird. Ich legte einen Oolithen und ein Stückchen eines weichen, grobkörnigen Marmors, dem ich ungefähr die Größe und Gestalt eines Oolithen gegeben hatte, in eine wässerige Fuchsinlösung. Nach drei Tagen wurden die Kügelchen herausgenommen, in reinem Wasser abgespült und oberflächlich abgetrocknet. Die beiden Kügelchen, welche oberflächlich kirschrot gefärbt waren, wurden mit einer Zwickzange gespalten. Die Spaltfläche des Marmorkügelchens zeigte durchweg eine schwachrote Färbung. Unter der Binokularlupe sah es fast so aus, als ob Farbstoff nicht nur in den Berührungsflächen der Kriställchen zurückgeblieben sei, sondern als ob auch der Körper der Kriställchen selber geringe Spuren des Farbstoffes aufgenommen hätte. Jedenfalls war erkennbar, daß die gefärbte Flüssigkeit das ganze Körperchen durchdrungen hatte.

Die Tatsache war für mich überraschend; ich hatte erwartet, daß der Marmor innen ungefärbt bliebe. Bei dichterem, feinkörnigem Marmor wird das Ergebnis des Versuchs vielleicht anders ausfallen. Wenn ich zufällig einen weniger porösen Kalkstein verwendet hätte, wäre ich bei meiner beabsichtigten Beweisführung vielleicht einem Irrtum zum Opfer gefallen, indem ich aus der Tatsache, daß der Oolith Wasser und Farbstoff aufnimmt, der Marmor aber nicht, zu weit gehende Schlüsse abgeleitet hätte.

Das Verhalten des Oolithen bei dem Versuch war für mich nicht weniger überraschend. Der Querschnitt war etwa bis zu Zweidritteln des Halbmessers vom Farbstoff durchdrungen worden; innen war also ein zentraler Teil ungefärbt geblieben. Die Färbung der peripherischen Flächenzone der Halbierungsfläche war aber nicht gleichmäßig; sie setzte sich aus konzentrischen, scharf gegeneinander abgesetzten hellrötlichen, dunkelkirschroten und weißlichen Farbringen zusammen. Der Schichtenaufbau des Oolithen wurde durch diese differenzierte Färbung besonders deutlich wahrnehmbar gemacht. Zu äußerst war eine schmale, dunkelrote Schicht vorhanden. Darunter lagen drei breitere Schichten mit radialer Struktur, diffus rötlich gefärbt, nicht so intensiv als die äußerste Schicht und die Farbringe in dem dichteren Teil des Oolithen, aber doch viel kräftiger als das Innere der Marmorkugel. Dann folgte ein System von etwa 10 äußerst feinen, dunkelkirschrot gefärbten Schichten, die durch ebenso feine weiße Schichten gegeneinander abgegrenzt waren. Die innersten gingen allmählich mit abnehmender Farbenintensität in den ungefärbt gebliebenen Teil des Oolithen über. Die Deutung des Befundes erscheint mir nicht zweifelhaft. Vermag auch der Kalk, wie der Versuch mit der Marmorkugel zeigt, geringe Spuren des Farbstoffes festzuhalten, die intensive Färbung der verschiedenen Schichten beruht doch vorwiegend auf dem Vorhandensein der organischen Substanz. Die opaken Schichten der dichteren Schichtenkomplexe, welche nach dem Ergebnis der Entkalkungsversuche verhältnismäßig viel organische Substanz und wenig Kalk enthalten, speichern den Farbstoff am reichlichsten. Die Schichten

mit radialem Bau, die verhältnismäßig mehr Kalk und weniger organische Substanz enthalten, färben sich deutlich hellrot. Die durchscheinenden Schichten des dichteren Teils, in denen keine organische Substanz eingeschlossen ist, erscheinen ungefärbt, die intensive Färbbarkeit wie auch die Undurchsichtigkeit der opaken dichten Schichten sind direkt als eine Wirkung der hier am reichlichsten eingeschlossenen organischen Substanz zu betrachten.

Nachdem mir so der Vorversuch mit der Farblösung unvermutet eine erfreuliche Bestätigung der früher auf anderem Wege gewonnenen Ergebnisse geliefert hatte, ging ich an den geplanten Benetzungsversuch. Ich wählte 10 einigermaßen isodiametrische Oolithe aus. Zum Vergleich wurden 10 Marmorkügelchen hergestellt. Das Gewicht der lufttrockenen 10 Oolithe betrug 8,5320 g, die lufttrockenen Marmorkügelchen wogen zusammen 13,4259 g. Wenn beide Substanzen sich bei der Benetzung gleich verhalten, so mußten also, absolut genommen, die Marmorkügelchen wegen ihrer größeren Oberfläche und Masse mehr Wasser annehmen als die Oolithe. Der durchgeführte Versuch ergab das Gegenteil.

Die Kügelchen wurden einzeln in gereinigte Reagenzgläser eingefüllt und mit einigen ccm destillierten Wassers übergossen, das vorher sorgfältig auf seine Säurefreiheit geprüft worden war. Die mit Wattestopfen verschlossenen Reagenzgläser wurden miteinander in den Kochschen Dampfkochtopf gesetzt und eine Stunde lang in gleicher Weise, wie bei der Sterilisierung von Nährböden für Bakterien verfahren wird, dem strömenden Dampf ausgesetzt. Es sollte damit erreicht werden, daß anhängende Luftblasen entfernt würden, so daß die Kügelchen mit ihrer gesamten Oberfläche der direkten Benetzung ausgesetzt waren. Zugleich glaubte ich die Imbibition etwa vorhandener organischer Substanzen durch Erwärmung des Wassers beschleunigen zu können. Endlich wurde durch diese Methode erreicht, daß der Einfluß etwa vorhandener Bakterienkeime, die bei längerer Benetzung durch Säurebildung eine Lösung des kohlensauren Kalkes und damit eine Gewichtsverminderung der Kügelchen hätten bewirken können, vollkommen ausgeschlossen war.

Nach der Sterilisation blieben die Oolithe wie die Marmorkügelchen über Nacht in dem sterilisierten Wasser. Am nächsten Morgen wurden die Kügelchen durch Rollen auf Fließpapier in gleicher Weise von dem äußerlich anhaftenden Wasser soweit als möglich befreit und nunmehr die 10 Oolithe und die 10 Marmorkügelchen gleichzeitig auf der analytischen Wage gewogen. Das Gewicht der 10 Oolithe betrug nunmehr 8,5603 g, das Gewicht der Marmorkügelchen 13,4356 g. Demnach hatten die Oolithe 28,3 mg Wasser aufgenommen, während das Gewicht der Marmorkügelchen trotz der größeren Oberfläche und Masse nur 9,7 mg zugenommen hatte.

Die Kügelchen wurden nunmehr der Trocknung in freier Luft ausgesetzt und in halbstündigen Zwischenräumen gewogen. Dabei ergab sich für die Marmorkügelchen ein schneller Rückgang auf das Anfangsgewicht. Nach der ersten halben Stunde sank das Gewicht auf 13,4263, nach der zweiten halben Stunde auf 13,4258 und bei der dritten Wägung wurde das Gewicht mit 13,4257 bestimmt. Bei einer weiteren Wägung nach halbstündiger Zwischenpause war das Gewicht mit 13,4257 konstant. Die kleine Herabminderung in der vierten Dezimale unterhalb des anfänglichen Trockengewichts liegt innerhalb der Fehlergrenze und ist deshalb ohne Belang.

Die Trocknung der Oolithen, genau unter den gleichen äußeren Umständen vorgenommen, zeigt einen wesentlich anderen Verlauf. Die durch die regelmäßigen Wägungen gewonnenen Zahlen sind aus der nachfolgenden Tabelle zu ersehen.

Zeit der Wägung	Gewicht	Abnahme	Bemerkungen
vorm. 9 h	8.5603 g	— mg	
„ 9 30	8.5560 g	4.3 mg	
„ 10	8.5529 g	3.1 mg	
„ 10 30	8.5508 g	2.1 mg	
„ 11	8.5491 g	1.7 mg	
„ 11 30	8.5476 g	1.5 mg	
„ 12	8.5466 g	1.0 mg	
—	—	1.2 mg	halbstündlich im Durchschnitt
nachm. 1	8.5442 g	1.2 mg	
„ 1 30	8.5437 g	0.5 mg	
„ 2	8.5432 g	0.5 mg	
„ 2 30	8.5426 g	0.6 mg	
„ 3	8.5420 g	0.6 mg	
„ 3 30	8.5414 g	0.6 mg	
„ 4	8.5411 g	0.3 mg	
„ 4 30	8.5408 g	0.3 mg	
nach weiteren 24 Stunden	8.5342 g	6.6 mg	
nach 2 mal 24 Stunden	8.5335 g	0.7 mg	
nach 3 mal 24 Stunden	8.5310 g	0.25 mg	
nach weiteren 8 Tagen	8.5305 g	0.5 mg	

Zunächst zeigt sich, daß trotz der annähernd 3 mal so großen Gewichtszunahme der Oolithen, die Gewichtsabnahme nach der ersten halben Stunde kaum halb so groß war als bei den Marmorkügelchen.

Der Umstand, daß von der durch die Oolithen aufgenommenen Wassermenge von 28,3 mg nur 4,3 mg in der ersten halben Stunde durch Verdunstung abgegeben wurden, beweist, daß die aufgenommene Wassermenge nicht oberflächlich den Oolithen anhaftete, sondern zum weitaus größten Teil im Innern der Oolithen festgehalten wurde. Die gleiche Tatsache wird auch durch den weiteren Verlauf der Trocknung bestätigt, besonders dadurch, daß das anfängliche Trockengewicht der Oolithen erst am 4. Tage der Trocknung wieder erreicht wurde, während die Marmorkügelchen bereits nach 1 Stunde ihr ganzes Wasser abgegeben hatten.

Die einzelnen während des ersten Tages halbstündig durchgeführten Wägungen zeigen eine fortschreitende Abnahme der in der Zeiteinheit verdunstenden Wassermenge und lassen also erkennen, daß von den Oolithen das Wasser mit um so größerer Kraft festgehalten wird, je geringer die Menge desselben ist. Es kann demnach darüber kein Zweifel bestehen, daß das Wasser zwischen die Kalkteilchen der Oolithen aufgenommen und als Imbibitionswasser mit einer gewissen Kraft festgehalten wird, so wie es eben der Fall sein muß, wenn zwischen den Kalkteilchen eine wasserimbibierende kolloidale Substanz vorhanden ist.

Ich schließe damit den experimentellen Teil meiner Untersuchungen ab und wende mich der theoretischen Auswertung des Ergebnisses zu.

Die Oolithe aus den heißen Quellen von Meskoutine sind schon mehrfach Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen. 1888 hat M. L. Duparc in einer Mitteilung an die Société de physique et d'histoire naturelle de Genève[1]) einige Oolithe dieser Herkunft nach Größe, Gestalt und innerem Bau beschrieben, die er sich durch Vermittlung von Dr. Penard hatte verschaffen können. Seine Beschreibung stimmt in den wesentlichsten Punkten mit meinen Angaben überein. In einer Hinsicht aber enthält sie eine auffällige Abweichung, die besonderer Erwähnung verdient.

Nachdem Duparc auf Grund der Angaben seines Gewährsmannes Dr. Penard eine Beschreibung der heißen Quellen von Meskoutine und ihrer Umgebung gegeben hat, fährt er fort: „Dans la source pincipale l'eau amène à la surface des pisolites pyriteux très curieux sur lesquels M. Daubrée a déjà attiré l'attention."

Die angedeutete Veröffentlichung von Daubrée war mir leider nicht zugänglich; es ist aber wahrscheinlich, daß darin die Eigenschaft der Oolithe, welche Duparc zu der Bezeichnung „pyriteux" Veranlassung gab, die Hauptrolle gespielt hat. Denn die Arbeit von Duparc beschäftigt sich hauptsächlich mit dem Nachweis, daß nur eine ganz dünne Oberflächenschicht von $Fe\,S_2$ an den von ihm untersuchten Oolithen vorhanden ist, während die Hauptmasse aus kohlensaurem Kalk besteht und die Erklärungsversuche, die er an seine Beobachtungen knüpft, beziehen sich vornehmlich auf das Zustandekommen jener oberflächlichen, dunklen, metallisch glänzenden Pyritschicht.

Bei den von mir untersuchten Oolithen fand sich eine solche oberflächliche Schwefeleisenschicht in keinem Falle. Dagegen war, wie früher erwähnt wurde (siehe Seite 21), häufig bei den gespaltenen Oolithen im Innern eine derartige dunkle, metallisch glänzende Schicht erkennbar, die meist nur durch wenige Schichten kohlensauren Kalkes von dem eingeschlossenen ungeschichteten Kern des Oolithen getrennt war. Bei dem in Figur 2 dargestellten Oolithen ist der mit der dunklen Schicht umhüllte Kern ungespalten geblieben, in Figur 5 erscheint die dunkle Schicht als dreieckig verzogener schwarzer Ring um die inneren Schichten des Oolithen. Die Ansicht von Duparc, daß die Entstehung der Pyritauflagerung eine sekundäre, gelegentliche und mehr zufällige Erscheinung ist, die mit der Bildung der Oolithstruktur nicht oder nur äußerlich im Zusammenhang steht, gewinnt meines Erachtens dadurch an Wahrscheinlichkeit. Man könnte fast meinen, daß die Verlagerung der Pyritschicht in das Innere der von mir untersuchten Oolithe durch die nachträgliche Überlagerung mit typischen Oolithschichten aus kohlensaurem Kalk sich während der Zeit vollzogen hat, die zwischen der Einsammlung der von Duparc untersuchten Oolithe und dem Besuch der Quellen von Meskoutine durch Rothpletz verstrichen ist. Das würde zu der Annahme führen, daß der Schichtenaufbau bei den rezenten Oolithen verhältnismäßig schnell erfolgen kann. Genaue Zahlen lassen sich aber schon deshalb nicht ableiten, weil aus der Arbeit von Duparc nicht ersichtlich ist, in welchem Jahre seine Oolithe aus den Quellen entnommen worden sind.

Eine zweite Arbeit über die Oolithe von Meskoutine stammt von Lacroix[2]). Das Hauptergebnis seiner Untersuchungen faßt dieser Autor zusammen in den Sätzen: „Quelle que soit, du reste, l'hypothèse adoptée, la substance de ces pisolites constitue une nouvelle

[1]) Archives, Sc. phys. et nat. Genève, t. XX p. 537, 1888.

[2]) Comptes rendus de l'Acad. des sc., t. CXXVI p. 602. Paris 1898.

forme du carbonate de calcium, différant à la fois de la calcite et de l'aragonite; je propose de la désigner sous le nom de ktypéite (κτυπέω), afin de rappeler sa propriété caractéristique de détoner quand on la chauffe."

Außer der Eigentümlichkeit der Oolithe, in der Hitze zu zerspringen, führt Lacroix noch an, daß die Substanz der Oolithe von Meskoutine eine geringere Dichte besitzt als Calcit. Was die letzterwähnte Eigenschaft anbetrifft, die Lacroix als Unterscheidungsmerkmal für seinen Ktypeït in Anspruch nimmt, so hat bereits Rothpletz in der Einleitung zu dieser Arbeit (siehe Seite 7) darauf hingewiesen, daß sich das etwas kleinere spezifische Gewicht aus dem Vorhandensein eingeschlossener Pflanzenreste ungezwungen erklären lasse. Aber auch das Zerspringen der Oolithe in der Glühhitze findet meines Erachtens in dem nunmehr sichergestellten Vorhandensein organischer Substanz in den Schichten der Oolithe seine hinreichende Erklärung. Die in die kollodiale organische Substanz eingebetteten Molekeln oder Molekelgruppen des kohlensauren Kalkes werden durch sie verhindert, sich einander so weit zu nähern, als es infolge der Molekularattraktion geschehen müßte, wenn keine organische Zwischensubstanz vorhanden wäre. Wird nun die organische Substanz durch Glühen entfernt, so tritt die Anziehung zwischen den Molekelgruppen augenblicklich in Wirksamkeit. In den Schichten der Oolithen, welche organische Substanz enthalten, wird also beim Glühen durch die Summierung der Molekularkräfte ein beträchtlicher tangentialer Zug entstehen müssen, der zur Zerreißung der einzelnen Schalen führt. Die in gleicher Weise zustande kommende Verminderung des Radialdurchmessers der einzelnen Schichten bewirkt die schalige Zerblätterung der Sprengstücke. Wenn man ein Bruchstück eines Oolithen der Glühprobe unterwirft, so findet, wie auch Lacroix berichtet, kein Zerspringen statt; die Bruchränder gestatten bei kleineren Stücken den Ausgleich der entstehenden Spannungen, ohne daß eine Unterbrechung des Zusammenhanges nötig wird. Wenn ich aber annähernd halbierte Oolithe zu dem Versuch verwendete, so traten vom Rand der Bruchfläche aus tiefe, etwas klaffende Sprünge auf, die deutlich erkennen ließen, daß auch in diesem Fall schon eine Unterbrechung des Zusammenhanges der Substanz zum Ausgleich der entstandenen Spannungen erforderlich war, nur ging es in den Kalotten, aus denen die Oolithenhälfte sich aufbaut, ohne die explosionsartige Zertrümmerung ab, die in den geschlossenen Kugelschalen am ganzen Oolithen unausbleiblich ist.

Nach dem Mitgeteilten dürften die von Lacroix angegebenen Merkmale kaum hinreichend sein, um das Mineral der Oolithe von Meskoutine als eine neue Form des Calciumkarbonates, als ein spezifisch vom Calcit verschiedenes Mineral zu charakterisieren. Die endgültige Entscheidung darüber fällt den Mineralogen zu. Vater[1]), dem die Wissenschaft die eingehendsten und sorgfältigsten Untersuchungen über die Kristallisation des kohlensauren Kalkes verdankt, schrieb schon vor zwanzig Jahren in einer Arbeit, die zum Teil dem Ktypeït gewidmet ist: „Ob der Ktypeït lediglich ein porenreicher Aragonit ist oder ein selbständiges Mineral darstellt, müssen erneute Untersuchungen erweisen." Vielleicht zeigt der Nachweis der organischen Substanz in den Oolithen von Meskoutine auch den Mineralogen für die Beurteilung des als Ktypeït bezeichneten Minerals neue Wege.

Die gewichtigste Frage, welche das Oolithenproblem unter den gegebenen Verhältnissen für den Biologen birgt, ist die Frage nach der Natur und systematischen Stellung

---

[1]) Zeitschr. f. Kristallographie, Bd. XXXV p. 158, 1901.

der Organismen, deren Reste in den untersuchten Oolithen nachgewiesen wurden. Lebendes Material, Untersuchungen an Ort und Stelle würden wohl sichere Anhaltspunkte bieten können; ich möchte der Hoffnung und dem Wunsche Ausdruck geben, daß meine Arbeit nach dieser Richtung hin bald eine Vervollständigung finden möchte. Was ich ohne die Möglichkeit lebendes Material zu untersuchen darüber zu sagen habe, kann über Vermutungen und Wahrscheinlichkeiten nicht hinausgehen und höchstens einen Wegweiser für spätere, in Bezug auf die Materialbenützung günstiger gestellte Bearbeiter darstellen.

Kohlensaurer Kalk kommt bei zahlreichen Pflanzen als Ausscheidungsprodukt des Stoffwechsels vor. Er findet sich in vielen Fällen den Pflanzenteilen äußerlich aufgelagert, oft in großer Massenhaftigkeit. Noch zahlreicher sind die Angaben über Einlagerung von kohlensaurem Kalk in Zellmembranen bei Pflanzen der verschiedensten systematischen Gruppen, selbst bei höheren Pflanzen, wie z. B. in den Cystolithen der Moraceen, Acanthaceen, Cannabinaceen u. a. m. Bei den Oolithen kann es sich selbstverständlich nur um niedere Pflanzen handeln. Von ihnen werden in der Literatur besonders zahlreiche Cyanophyceen genannt, in deren Zellwänden und Gallertscheiden eine Ablagerung von kohlensaurem Kalk beobachtet worden ist. Ich will hier nur die Arbeiten von Penhallow[1]), Harshberger[2]) und Tilden[3]) erinnern, in denen die zum Teil sehr mächtigen Kalksinterbildungen in den heißen Quellen des Yellowstone-Parkes in Nordamerika auf die Lebenstätigkeit von Nostocaceen und Chroococcaceen zurückgeführt werden.

In allen diesen Fällen wird die Verkalkung der Zellwände als eine Einlagerung des Kalkes in feinster Verteilung in die kolloidale Substanz der Zellwand oder Scheide aufgefaßt. Man kann sich die Entstehung dieser Einlagerung in der Weise vorstellen, daß dem im Imbibitionswasser der Zellhülle gelösten doppelkohlensauren Kalk durch die Lebenstätigkeit des Plasmaleibes der Zelle CO_2 entzogen wird, wodurch die Ausfällung des kohlensauren Kalkes in den Micellarinterstitien des Kolloids erfolgen muß. Wieweit allenfalls noch Adsorbtionsvorgänge mitwirken, mag dahingestellt bleiben.

Gegen die Annahme, daß die in den Oolithen von Meskoutine enthaltenen organischen Reste etwa von niederstehenden, äußerst dünnfädigen Cyanophyceen herrühren könnten, spricht der Umstand, daß nach allen Beobachtungen die Oolithe, soweit nicht die oben erwähnte Pyritschicht eine Ausnahme bedingt, stets reinweiß, jedenfalls nie blaugrün oder sonstwie grünlich erscheinen. Mit dem gleichen Argument müssen auch die niederen Grünalgen, die etwa wie das Oocardium stratum Nägelis in ihren Gallertstielen Kalkablagerung aufweisen, als mutmaßliche Erbauer der Oolithe abgewiesen werden. So bleiben also wohl nur die Schizomyceten übrig, von denen allerdings bisher eine Kalkeinlagerung in die Membranen meines Wissens nicht bekannt geworden ist.

Daß durch die Lebenstätigkeit gewisser Bakterien im Wasser gelöster Kalk zur Ausfällung gebracht werden kann, ist eine in der neueren Zeit einwandfrei festgestellte Tatsache. 1911 entdeckte Drew, daß in dem warmen Oberflächenwasser der westindischen Meeresteile und besonders in dem Kalkschlamm der Gewässer ein Bazillus in ungeheurer Massenhaftigkeit vorkommt, der die Fähigkeit hat, aus dem Meerwasser Kalk auszufällen,

---

[1]) Botan. Gazette, Bd. XXI p. 215, 1896.
[2]) Amer. journ. pharm., Bd. LXIX p. 625, 1897.
[3]) Botan. Gazette, Bd. XXIV p. 194, 1897.

der zu Boden sinkend, den feinen Kalkschlamm bildet. Drew bezeichnete den von ihm studierten Organismus als Bacterium calcis und vertrat die Meinung, daß dieses Bacterium mit anderen verwandten Arten ein wichtiger Faktor bei der Entstehung verschiedener Kalkschichten der Erdrinde gewesen sei. Andere amerikanische Forscher haben sich ihm angeschlossen und seine Funde bestätigt. Eine Zusammenfassung der diesbezüglichen Ergebnisse bis zum Jahre des Kriegsbeginnes findet sich in Smithsonian miscellaneous collections, Vol. 64 Nr. 2.

Als ein zweites Beispiel dafür, daß im normalen Stoffwechsel von Bakterien kohlensaurer Kalk abgeschieden wird, will ich die von Gicklhorn[1]) beschriebenen Purpurbakterien Chromatium Linsbaueri und Rhabdochromatium Linsbaueri erwähnen, die in der Natur stets im Innern, in ihrem Zellplasma Körnchen von kohlensaurem Kalk eingelagert enthalten.

Die Abscheidung des Kalksalzes erfolgt bei Bacterium calcis außerhalb der Zelle, bei den genannten Purpurbakterien im Zellplasma. Daß aber auch die Einlagerung der beim Stoffwechsel der Zelle zur Ausfällung kommenden anorganischen Substanzen in die Membran der Bakterienzelle keine ungewöhnliche Erscheinung ist, beweisen die als Eisenbakterien bezeichneten Arten von Crenothrix, Leptothrix, Gallionella u. a. m. Sie lagern in ihren Zellhüllen massenhaft Eisenoxydhydrat ab und bilden, gesellig wachsend, z. B. in Wasserleitungsröhren, oft dichte Ansammlungen des Minerals, in denen schließlich die Reste der abscheidenden Organismen nur sehr schwierig oder überhaupt nicht mehr nachweisbar sind. Die über die Morphologie und Physiologie dieser Organismen durch die Arbeiten von Winogradski, Molisch, Lieske u. a. gewonnenen Erkenntnisse sind so allgemein bekannt geworden, daß es darüber wohl hier keiner weiteren Erörterung bedarf.

Die Organismen der Oolithe von Meskoutine sind also vermutlich Bakterien, welche in dem Chemismus ihres Stoffwechsels dem Bacterium calcis u. a. ähneln, während sie sich in Bezug auf den Ort der Ablagerung ihres Abfallstoffes den Eisenbakterien anschließen.

Aus den Ergebnissen meiner Untersuchungen weitergehende Schlüsse abzuleiten, insbesondere die Entscheidung darüber zu treffen, bei welchen fossilen Oolithen auf Grund der morphologischen Übereinstimmung mit den Oolithen von Meskoutine der Analogieschluß auf die Mitwirkung von Organismen bei ihrer Entstehung allenfalls zulässig erscheint, muß den Mineralogen, Geologen und Paläontologen vorbehalten bleiben. Von der Biologie erwarte ich die Bestätigung, Sicherung und Erweiterung meiner Befunde durch Untersuchungen an lebendem Material und durch Ausdehnung der Beobachtungen auf andere rezente Kalkabscheidungen ähnlicher Art.

Sollte es je gelingen, die rätselhaften Organismen der Oolithe, welche sich vielleicht aus einer frühen Epoche der erdgeschichtlichen Vorzeit, in der noch alle Gewässer auf Erden höhere Temperaturen hatten, in den heißen Quellen von Meskoutine bis in die Gegenwart hinein unverändert erhalten haben, in ihren Gestaltungs- und Lebensverhältnissen so weit klarzustellen, daß ihre Einreihung in das System der Organismen einwandfrei erfolgen kann, so müßte ihre wissenschaftliche Bezeichnung mit dem Namen meines verstorbenen Freundes August Rothpletz verbunden werden, der als erster ihre Spuren entdeckt und richtig gedeutet hat.

[1]) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. XXXIX p. 312, 1921.

Literaturverzeichnis über Oolithe.

(Zusammengestellt von A. Rothpletz.)

1894. Agassiz Alex., A Reconnaissance of the Bahamas and of the elevated reefs of Cuba in the steam Yacht „Wild Duck“ Jan. to April 1893 (Bull. of the Mus. of Comparative Zoology at Harvard College 1894). (S. 170, some recent views on the Theory of the Formation of Coral reefs, aber schon Erwähnung der Oolithe.)

1888. Agassiz Alex., Three cruises of the Blake, Vol. I und II (Bull. Mus. of comp. zool. Harv. Coll. Cambridge, Vol. 14 und 15). (Schmidtia autopora Tiefsee-Spongie cf. Halma Spongien, Vol. 15, S. 178, Nebalia Abbild. S. 193, Vol. 14.)

1910. Ammon L. v. und Reis M., Erläuterungen zu dem Blatte Kusel der geognost. Karte Bayerns. (Stromatolithe S. 78, 108 und 117).

1892. Bleicher, Sur la structure microscopique de minerai de fer oolitiques de Lorraine (C. R. Ac. Paris, Bd. 114, S. 590—92).

1894. Bleicher M., Le minerai de fer de Meurthe-et-Moselle (Bull. soc. industrielle de l'Est Nancy).

1885. Bornemann J. G., Beiträge zur Kenntnis des Muschelkalkes in Thüringen (Jahrb. preuß. geolog. Land. Anst.).

1886. Bornemann J. G., Die Versteinerungen des cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien (Acta Leop. Carol. Akad., Bd. 51).

1887. Bornemann J. G., Die Versteinerungen des cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien (Verhandl. der Leop. Carol. D. Akad. d. Naturf., Bd. 51). (Epiphyton, Siphoneae, Confervites, Oolithen.)

1887. Bornemann J. G., Geologische Algenstudien (Jahrb. d. preuß. geolog. Landesanst. 1886). (Zonotrichites.)

1889. Bornemann J. G., Über den Muschelkalk (Antwort auf Frantzen). (Jahrb. preuß. geolog. Land.-Anst. 1888.)

1864. Braun E. W. v., Beiträge zur Kenntnis der sphäroidischen Konkretionen des kohlensauren Kalkes (Zeitschr. ges. Naturw., Halle 1864, S. 97).

1913. Brown Thomas C., Notes on the Origin of certain paleozoic Sediments, illustrated by the cambrian u. ordovician rocks of center country Pennsylvania (Journ. of Geology Chicago, Vol. XXI, pag. 232). (Spricht über Entstehung der Oolithe durch Algen.)

1911. Burger O., Über schwäbische Kalktuffe, insbesondere des Echaztales (Dissertat. Tübingen 1911, S. 27.

1825. Buch L. v., Physikalische Beschreibung der kanarischen Inseln (S. 258—59).

1892. Césaro G., Action de la calcite sur une solution de sulfate ferreux, en présence de l'oxygène de l'air. Origine probable des oolites (Ann. Soc. Géol. de Belgique XIX, 18—20).

1906. Chapman Fred. und Mawson D., On the Importance of Halimeda as a Reef-forming Organism; with a Description of the Halimeda-Limestones of the New Hebrides (Quart. Journ. Geol. Soc., Vol. 62, S. 702).

1880. Cohen E., Referat in Originalmitteilungen über die Riesen-Oolithe von Esino (N. J. 1880, I, S. 191).

1882. Cohen E., Sammlung von Mikrophotographien etc. (N. J. 1882, I, p. 175). (Oolithe, die in ein körniges Aggregat von Dolomit umgewandelt.)

1862. Cohn Ferd., Über die Algen des Karlsbader Sprudels mit Rücksicht auf die Bildung des Sprudelsinters (Abh. schles. Ges. für vaterl. Kultur, Abt. f. Naturw. 1862, Heft II).

1864. Cohn Ferd., Über die Entstehung des Travertin in den Wasserfällen von Tivoli (N. J. 1864).

1872. Dana, Corals und Coral islands London (Oolithe S. 153—156 ooblic rocks of Florida Keys. 204, 216).
1853. Deicke H,. Die Struktur des Roggensteins bei Bernberg (Zeitschr. d. gesamt. Naturw. I, S. 188).
1914. Drew, On the precipitation of Calcium carbonate in the sea by marine Bacteria u. on the action of Denitrifying Bakteria u. Temperate Leus.
1888. Duparc M. L., Notice sur les pisolites des sources de Hamman Meskoutine (Archive des s. c. phys. d. nat. Genève, III. Ser., tome 20).
1854. Ehrenberg, Mikrogeologie (Melonien?).
1870. Ewald, Mitteilung (Zeitschr. d. D. Geol. Ges., Bd. 22, S. 768).
1888. Frantzen W., Untersuchungen über die Gliederung des unteren Muschelkalkes und über die Natur der Oolithkörner (Jahrb. preuß. geolog. Landesanst. 1887).
1913. Garwood E. J., Oo the important part played by Calcareous Algae at certain geolog. horizons, with special reference to the palaeozoic rocks (Geolog. Mag. V. Vol. 10, S. 440, 490 u. 545).
1913. Garwood E. J., Address to the Geolog. Section (British. Assoc. Adv. of Science, Birmingham). (Enthält ungefähr dasselbe wie im Geol. Mag.)
1914. Garwood E. J., Rockbuilding Organisms from the Lower Carboniferous Beds of Westmorland (Geolog. Mag. Dec. VI, Vol. 1).
1908. Gaub Friedr., Über die oolithbildenden Ophthalmidien im Dogger der schwäbischen Alb (Zentralblatt N. J. 1908, Nr. 19).
1908. Gaub Priedr., Die jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb (Vorläufige Mitt., N. J. 1908, Bd. II).
1910. Gaub Friedr., Die jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb (Geol.-pal. Abh. Bd. XIII).
1911. Geinitz E., Rezente Salzoolithe von Jeßnik (Arch. Ver. Fr. Naturg. v. Mecklenburg, Bd. 65, S. 69).
1912. Glück H., Eine neue gesteinsbildende Siphoneae (Codiacee) aus dem marinen Tertiär von Süddeutschland (Microcodium elegans). (Mitt. Bad. Geol. Land. Anst., Bd. 7.)
1891. Goës A., On a peculiar type of arenaceous Foraminifer from the Americ. tropical Pacific. Neusina Agassizi (Bull. Mus. comparat. zool. Vol. 23, 1892—93). (Tiefseeform bis 19 cm groß! Cancellophycus-artig?)
1888. Gümbel W., Grundzüge der Geologie, Über Oolithe (S. 79 u. 306).
1913. Hinde G. J., Solenopora garvoodi (Geol. Mag. V, Bd. 10).
1901. Kalkowsky E. v., Die Verkieselung der Gesteine in der nördl. Mitt. Mineral. Mus. in Dresden (Sonderabdruck aus Abh. der naturwiss. Ges. Isis 1901).
1908. Kalkowsky E. v., Oolith und Stromatolith im norddeutschen Bundsandstein (Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1908).
1872. Kaufmann, Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz (Künstliche Oolithe, S. 431).
1902. Knott, Der Boden der Stadt Karlsbad und seine Thermen (Festschrift 74. Vers. d. D. Naturf. u. Ärzte).
1874. Knop, Über Kieselsäure-Abscheidungen und Oolithbildung (A. N. Jahrb. 1874, S. 281).
1809. Krech Karl, Beitrag zur Kenntnis der oolithischen Gesteine des Muschelkalkes um Jena (Diss. Jena).
1883. Krenner J., Über die pisolithische Struktur des diluvialen Kalktuffes von Ofen (Jahrbuch k. k. Reichs-Anst. 1883).
1881. Lang O., Über Sedimentgesteine aus der Umgegend von Göttingen (Zeitschr. d. D. Geol. Ges., Bd. 33, S. 256). (Oolithe.)
1912. Lawson A. C., The Geology of Steaprock lake Ontario a. Walcott on fossiles from limestone of St. R. Lake (Memoirs 28 Canada Dep. of Mines. Geol. Survey Annal.).
1889. Liebetrau, Beiträge zur Kenntnis des unteren Muschelkalkes bei Jena (Zeitschr. d. D. Geol. Ges., Bd. 54, S. 748).
1900. Linck G., Die Bildung der Oolithe und Rogensteine (N. J. Beilage Bd. XVI).
1909. Linck G., Über die Bildung der Oolithe und Rogensteine (Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 45).
1914. Linck G., Über das Eozoon und die Ophikalzite (Chemie der Erde I, Heft 1, Jena).
1852. Ludwig R. und Theobald G., Über die Mitwirkung der Pflanzen bei Ablagerung des kohlensauren Kalkes (Poggendorff, Annalen der Physik u. Chemie, 87. Bd., S. 91 u. 143).
1853. Ludwig R., Das Wachsen der Steine oder die Kraft, welche die Bildung und Entwicklung der Gebirgsarten vermitteln (Darmstadt Verlag Jonghans).

1895. Murray George, Phyc. Mem. Part. III (Kalkknollen).
1900. Mühlberg Max, Über Oolithe (Eclogae geologicae Helvetiae, p. 327).
1913. Nahusen Martin, Über die Gesteine der norddeutschen Korallen-Oolithe, insbesondere die Bildungsweise der Oolithe und Dolomite (N. J. Beilage, Bd. 35).
1879. Packard, The Sea-Weeds of Salt Lake (American Naturalist).
1907. Philippi E., Über Dolomitbildung und chemische Ausscheidung von Kalk im heutigen Meere (N. J. Festband, S. 397).
1907. Philippi E., Über Dolomitbildung und chemische Ausscheidung von Kalk im heutigen Meere (N. J. 1907, S. 428).
1897. Reis O. M., Zur Geologie der Eisenoolithe führenden Eocän-Schichten am Kressenberg (Bayr. geogn. Jahrh. X, pag. 24).
1903. Reis O. M., Über Stylolithen, Dutenmergel und Landschaftenkalk (Geognost. Jahresh. 1903).
1908. Reis O. M., Referat über Kalkausscheidungen (N. J. 1908, II, p. 114).
1910. Reis O. M., Beobachtete Schichtenfolge und Gesteinsausbildung in der fränkischen unteren und mittleren Trias, I. Teil. Muschelkalk und untere Lettenkohle, II. Teil. (Geogn. Jahresh., 22. Jahrg.)
1895. Reis O. M., Erläuterungen zu der geologischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf (Geogn. Jahrsh. VIII).
1884. Roßbach Ferd., Beitrag zur Kenntnis oolithischer Kalksteine (Jnaug.-Diss., Jena).
1890. Rothpletz A., Die marinen Ablagerungen auf Gran Canaria (Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1890, S. 682).
1891. Rothpletz A., Fossile Kalkalgen aus den Familien der Codiaceen und der Corallineae (Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1891).
1892. Rothpletz A., Über die Bildung der Oolithe (Bot. Zentralblatt 35).
1900. Rothpletz A., Oolitische und pisolithische Kalke aus Deutsch-Ostafrika (Deutsch-Ostafrika, Bd. 7).
1908. Rothpletz A., Über Algen und Hydrozoen im Silur von Gotland und Oesel (Svenska vetenskaps akademien Handlinger, Bd. 43).
1911. Rothpletz A., Über Sphaerocodium Zimmermanni, eine Kalkalge aus dem Oberdevon Schlesiens (Jahrb. preuß. geolog. Land.-Anst., Bd. 32).
1913. Rothpletz A., Über die Kalkalgen, Spongiostroma und einige andere Fossilien aus dem Obersilur Gotlands. (Sverig. geolog. unders.)
1851. Schauroth v., Briefliche Mitteilungen über Kalktuff (Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1851, S. 136).
1776. Schröter Joh. Sam. (Diakonus zu St. Petri und Pauli zu Weimar und Mitglied der Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin). Vollständige Einleitung in die Kenntnis und Geschichte der Steine und Versteinerungen (Altenburg, Bd. III, 1774, 76, 78. Bd. II Tophstein S. 60; Tropfstein S. 75; Cocopette de Tivoli S. 468; Erbsenstein S. 471; Roggenstein S. 475; Incrustation von Moos S. 485).
1912. Schröter Z., Die Spuren der Tätigkeit tertiärer und pleistocäner Thermalquellen im Budaer Gebirge (Jahrb. K. Ungar. Geol. Reichs-Anst. 1913, S. 230).
1861. Senft F., Die Wanderungen und Wandlungen des kohlensauren Kalkes (Zeitschr. der D. Geol. Ges., Bd. 13, S. 302).
1898. Seward A. C., Fossil Plants (Bd. I, S. 124).
1903. Skeats E. W., The chemical composition of Limestone from upraised Coral Jslands with notes on their microscopical structures (Bull. Mus. comp. Zool. Harward, Bd. 42).
1904. Skeats E. W., On the chemical and mineralogical evidence as to the Origin of the Dolomites of Southern Tyrol Quart. Journ. Vol. 61, S. 97).
1914. Sommermaier D., Neue Ooide (Z. d. D. Geol. Ges., Bd. 66).
1879. Sorby Annivers. Adress. Quart. Journ. Geol. Soc., Bd. 35, S. 56.
1913. Stahl W., Pisolithe von Aragonit und Strontianit in einer Kluft des Mansfelder Flötzgebirges, 80 m unter Tag (Zentralbl. N. J. S. 337, eine Textfigur).
1866. Stappf F., Über die Entstehung der See-Erze (Z. d. D. Geol. Ges. 1866, S. 86—173).
1825. Steale Dr. John H., A description of the oolitic formation lately discovered in the country of Saratoya and state of New York (Pl. II Figur der Cryptozoenplatte). (Sillimans Americ Journ. of Science a. arts, Vol. IX, 1825.)
1913. Geology of the vicinity of Steaprock Lake Guide Book No. 8 Transcontinental Excursion C. 1 (Internationaler Kongreß in Toronto).

1880. Steinmann G., Die Mumien des Hauptrogensteins (N. J. 1880, I, S. 151).
1901. Talm J. E., The Great Salt Lake (Scott. Geogr. Magaz. 1901).
1894. Thompson B., Landcape marble (Qu. J. geol. Soc. London, 50, S. 373). (Mit einer chem. Erklärung.)
1901. Vater Heinrich, Über Ktypeït und Conchit (Zeitschr. f. Kristallogr., 35. Bd.).
1914. Vaughan W., Preliminary Remarks on the Geologie of the Bahamas with special reference to the Origin of the Bahaman u. Floridan Oolithes (Carnegie Inst. of Washington Publication 182).
1857. Virlet d'Arnst, Sur les oocystes d'insectes donant lieu à la formation d'oolites dans les calcaires lacustres du Mexique (C. R. Paris, 45, p. 865).
1913. Wagner Georg, Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des oberen Hauptmuschelkalkes und der unteren Lettenkohle in Franken (Geol. Pal. Absandt., 16. Bd., ausgegeben 1913).
1913. Wagner Georg, Stylolithen und Drucksuturen (Geol. Pal. Abh. Jena, Bd. 15).
Wagner R., Beitrag zur genauen Kenntnis des Muschelkalkes bei Jena (Abh. preuß. geol. L. A. N. Folge, H. 27).
1885. Walther Joh., Gesteinbildende Kalkalgen des Golfs von Neapel (Entstehung strukturloser Kalke).
1888. Walther Joh., Ergebnisse einer Forschungsreise auf der Sinai-Halbinsel und in der arabischen Wüste (Abh. K. Ges. d. Wiss., Leipzig).
1891. Walther Joh., Die Denudation der Wüste (Abh. K. Ges. d. W., Leipzig). (Oolithe S. 527.)
1889. Weed W. H., Formation of Travertine and siliceous sinters by the vegetation of Hot Springs (9 annual Rep. U. S. Geol. Surv.).
Werweke van, Das Kieselgerüst der Eisenhydroxyd-Oolithe in dem lothr.-luxemb. Eisenerzlager (Mitt. Geol. Landes-Anst. von Elsaß-Lothringen, Bd. 5).
1901. Werweke van, Bemerkungen über die Zusammensetzung und Entstehung der lothringisch-luxemburgischen oolithischen Eisenerze (Mitt. Geol. Landesanst. von Els.-Lothr., Bd. 5, S. 275—301. Dort auch die Literatur). (Weiteres im Bericht der 34. Vers. des oberrhein. geol. Vereins.)
1889. Wethered E., On the microscopic structure of the Jurassic Pisolite (Geolog. Magaz. 1889 p. 196).
1890. Wethered E., On the occurrence of the Genus Girvanella in Oolitic Rocks, and Remarks on oolitic Structure (Quart. Journ. Geol. Soc., Vol. 46, p. 270).
1891. Wethered E., The Inferior Oolithe on the Cottewold Hills with special reference to its microscopical structure (Quart. Journ. Geol. Soc., Vol. 47, p. 555).
1893. Wethered E., On the microscopic Structure of the Wenlock Limestone (Quart. Journ. Geol. Soc., Vol. 49, p. 236).
1913. Wichmann A., Über sog. Pisolithe aus dem Mansfelder Flötzgebirge (Zentralbl. 1913 S. 457).
1914. Wieland R., Further notes on Ozarkian seaweeds and Oolites (Bull. Amerc. Mus. of Nat. hist., Vol. 33).
1902. Willis B., Stratigraphy and structure, Lewis and Livingston Ranges. Montana. (Bull. Geol. Soc. Americ., Vol. 13, S. 318). (Angabe über die später als Cryptozoen beschriebenen bis faustgroßen Cryptozoen in Siyah limestone [Algonkian].)
1885. Winchell N. H., New Species of Fossils (Cryptozoon minnesotense, T. I. u. II. The geol. u. nat. history survey of Minnesota 13 annal Report for 1884).
1879. Zepharowich v., Miemit von Zepce in Bosnien und von Rakovac in Slavonien (Verh. k. k. geol. R. A. 1879, S. 180). (Angebliche Pisolithe im Serpentin!)
1879. Zepharowich v., Über Dolomit-Pisolithe und die sog. doppeltkörnige Struktur (Z. f. Krist. u. Min., Bd. 4, S. 113).
1887. Zakrzewski, Die Grenzschichten des braunen und weißen Jura in Schwaben (Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturg. in Württemberg, pag. 87—141 [p. 93]).
1893. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie (2. Aufl., Bd. I, S. 484—489).

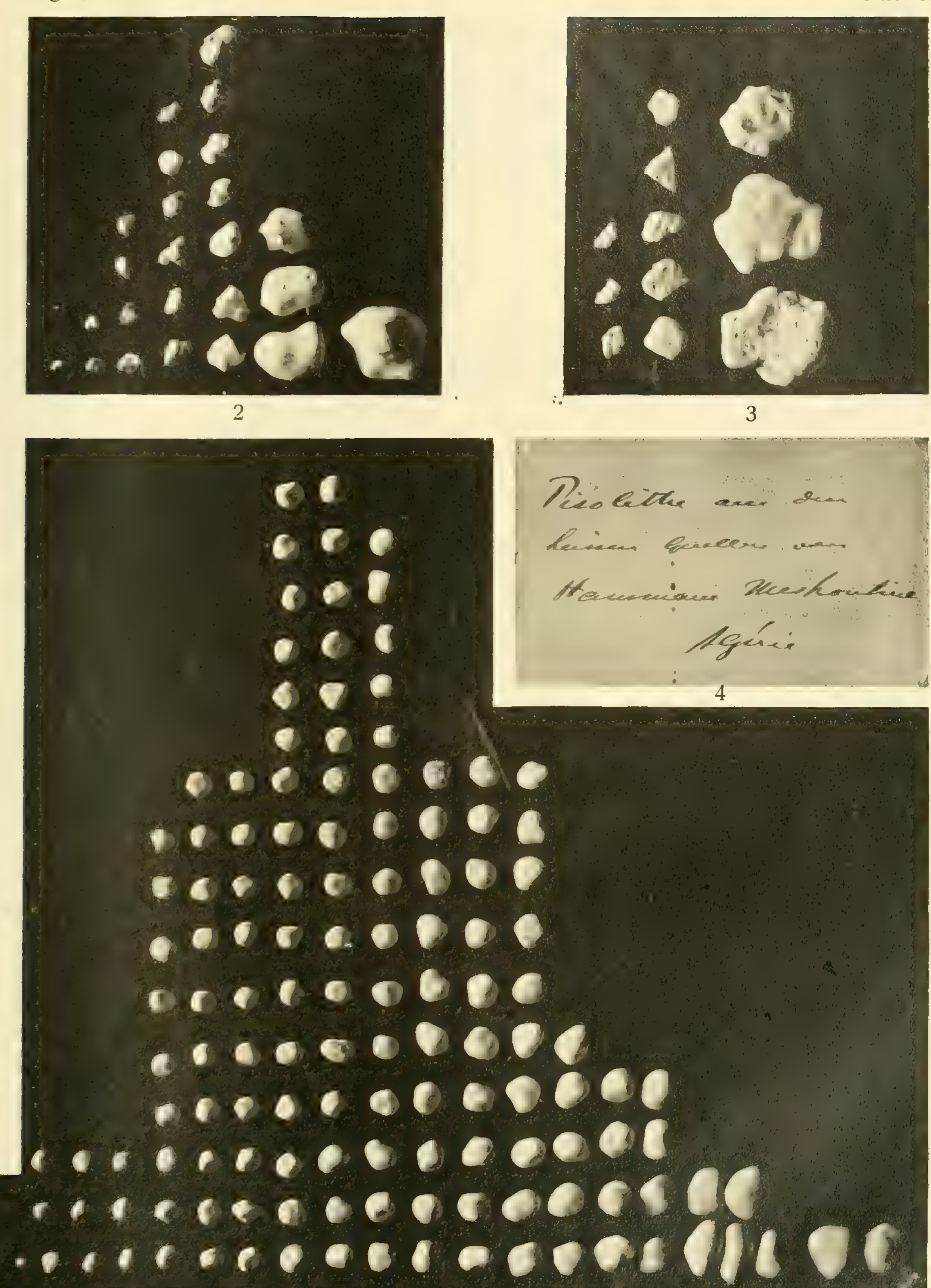
Inhalt.

Erklärung der Tafel I.

Die Figuren 1, 2 und 3 der Tafel I zeigen die für die Untersuchung zur Verfügung stehenden, von A. Rothpletz gesammelten Oolithe aus den heißen Quellen von Meskoutine in natürlicher Größe. In Figur 1 sind die annähernd isodiametrischen Stücke abgebildet. Sie sind nach Größenklassen geordnet und so gelegt, daß von jeder Größenklasse drei Vertikalreihen gebildet werden. Auch die unregelmäßig eckigen Stücke in Figur 2 und die flächenförmigen Stücke in Figur 3 sind nach dem gleichen Prinzip angeordnet, doch bildet hier bei der geringen Anzahl der Stücke jede Größenklasse nur eine Vertikalreihe.

Figur 4 gibt die Originaletikette, geschrieben von Rothpletz' Hand, wieder.





Lith. Anst. Hub. Köhler, München.



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 6. Abhandlung

Die Erdbeben Bayerns

I. Teil

Von

Hans Gießberger

Vorgelegt am 4. Februar 1922

München 1922
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



1. Abschnitt.

Einleitende Bemerkungen.

> Es wäre zu wünschen / daß man von allen natürlichen Begebenheiten vollständige Nachrichten sammeln möchte / weil dieses der einzige Weg ist zu einer gründlichen Erkenntnis der Natur zu kommen.
>
> Joh. Jak. Scheuchzer (1746).

Der bayerische Erdbebenkatalog, sofern er vor der Herausgabe der „Erdbeben Bayerns" überhaupt so bezeichnet werden darf, stellt kein einheitliches, zusammenhängendes Werk dar, sondern stammt von verschiedenen Verfassern und aus verschiedenen Zeiten.

Der erste, der es für der Mühe wert erachtete, die auf bayerischem Boden gefühlten Krustenschwankungen zusammenzustellen, war C. W. v. Gümbel. Er tat dies in einem Anhang zu seinem Schriftchen „Das Erdbeben vom 22. Februar 1889 in der Umgegend von Neuburg a. D."[1]), gestützt auf die Erdbebennachrichten eines Rasch, Beuther, v. Hoff, Perrey, Mallet, Fuchs und Nöggerath, ohne aber seine Fundorte genauer zu bezeichnen. Ausdrücklich hob er hervor, daß seine Liste auch nicht annähernd irgendwelche Vollständigkeit für sich beanspruchen könne, sondern nur als weiter Rahmen dienen möchte, um späteren Forschern Nachträge zu erleichtern.

Nach fast zehnjähriger Pause (1898) veröffentlichte Gümbel wieder in einer Akademieschrift[2]) „Nachträge und Berichtigungen" zum oben erwähnten Verzeichnisse.

Weitere Jahre verstrichen, bis der Gedanke Gümbels neuerdings aufgenommen wurde und sich die beträchtlichen Lücken, die seiner ersten rohen Zusammenstellung wie nicht anders möglich anhaften mußten, da und dort merklich verkleinerten. J. Reindl, der sich um die Erdbebenkunde Bayerns, besonders so lange, als man sich von Staatswegen wenig oder nicht um die seismologischen Verhältnisse des Landes kümmerte, Verdienste erworben hat, war es, der im Jahre 1903 im Auftrage Siegmund Günthers „Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern" herausgab[3]). Darin verzeichnet er eine ganze Reihe von Erschütterungen in zeitlicher Folge, die er als „Ergänzung zu der Gümbelschen Sammlung" betrachtet wissen wollte. Damit war in der Entwicklung des langsam heranwachsenden bayerischen Erdbebenkatalogs ein nicht unerheblicher Fortschritt erzielt worden.

---

[1]) Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. 19, 1889, 87 u. f. — [2]) Über die in den letzten Jahren in Bayern wahrgenommenen Erdbeben. Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Ak. d. Wiss. 28, 1898, 3 u. f. — [3]) Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. 33, 1903, 171 u. f.

Eine im nämlichen Jahre (1903) erschienene, „Seismologische Untersuchungen“ betitelte und gemeinsam von S. Günther und J. Reindl verfaßte Schrift[1]) vertiefte unsere Kenntnis bezüglich des Rieses, einer durch ihre Bebenhäufigkeit in früheren Zeiten auffallenden Gegend; sie bot zugleich eine gute Zusammenstellung der bis zum genannten Zeitpunkt bekannt gewordenen Riesbeben.

Endlich erschienen zwei Jahre später (1905) noch „Ergänzungen und Nachträge zu v. Gümbels Erdbebenkatalog“[2]), durch die unser Wissen von den Erschütterungen der Erdrinde innerhalb der bayerischen Landesgrenzen wiederum bereichert wurde.

Mit dem Jahre 1905 vollzog sich in Bayern indes eine einschneidende Wandlung hinsichtlich der Art der Erdbeben-Beobachtung und der Einziehung von Erdbeben-Nachrichten dadurch, daß Anfang August in München eine staatliche Erdbebenwarte erster Ordnung errichtet wurde. Die Beobachtung wurde wesentlich verschärft durch ein Wiechertsches astatisches Pendelseismometer[3]), die Gewinnung von Nachrichten erleichtert und verbessert durch planvolle Hinausgabe von Fragebogen nach wahrgenommenen Erschütterungen. Damit war die seismische Erforschung Bayerns in neue, entwicklungsfähigere Bahnen gelenkt worden.

Einige Jahre später (1909) erhielt die Münchner Warte eine Ergänzung durch eine Anstalt gleicher Art in Hof. Sie trägt privaten Charakter, wurde am 15. August des genannten Jahres in Betrieb genommen und verdankt ihr Dasein dem Bankkassier a. D. H. Lamprecht in Hof, der der Nordfränkischen Naturforschenden Gesellschaft die zur Errichtung nötigen Mittel spendete. Die oberfränkische Beobachtungsstelle besitzt ein Horizontal- und ein Vertikalpendel, Bauart Wiechert. Die Aufzeichnungen werden der Hauptwarte in München zur Verfügung gestellt[4]).

1911 endlich ging ein lange gehegter Wunsch der bayerischen Geophysiker in Erfüllung dadurch, daß in Nördlingen, dem Hauptort des ehemals vulkanischen Rieses, eine staatliche Erdbebenwarte zweiter Ordnung eingerichtet wurde. Durch sie sollen vornehmlich Orts- und Nahbeben dieser seit langem unruhigen Erdstelle genauer beobachtet werden. Ausgerüstet ist sie mit einem bifilaren Kegelpendel, Bauart Mainka. Der erste Registrierbogen wurde am 18. Juni aufgelegt[5]).

---

[1]) Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. 33, 1903, 631 u. f. — [2]) Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. B. Ak. d. W. 35, 1905, 31 u. f. Vom Verf. dieser „Ergänzungen und Nachträge“, J. Reindl, stammt noch eine Anzahl erdbebenkundlicher Arbeiten über Teilgebiete Bayerns, die alle aufzuzählen hier nicht der Platz ist. Sie finden sich verzeichnet im Anhang „Literatur zur Erdbebenkunde von Bayern“, der meiner Abhandlung über „Das Reichenhaller Einsturzbeben vom 19. Nov. 1910“ beigegeben ist. Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. 1918, 253 u. f. — [3]) Vgl. J. B. Messerschmitt, Die Hauptstation für Erdbebenforschung in München. „Erdbebenwarte“ 5, 1905/06, 14—19; ferner: J. B. Messerschmitt, Die Registrierungen der letzten großen Erdbebenkatastrophen auf der Erdbebenstation München. Mitt. d. Geogr. Ges. in München 2, 1907, 197—203. — Messerschmitt, Der erste Leiter der Münchener Warte, führte die bisherigen Erdbebenverzeichnisse insofern weiter, als er „Die Erdbeben in Bayern 1905—1907“ veröffentlichte, eine Abhandlung, deren Angaben teilweise schon auf den Aufzeichnungen des Seismographen fußen. „Erdbebenwarte“ 6, 1906/7, 94. Hieher gehört ein Aufsatz des gleichen Verf. „Die Erdbebentätigkeit in Bayern während der beiden Jahre 1905 und 1906“ in der „Beil. z. Allg. Ztg.“ Nr. 128, 36, 1907. — [4]) Vgl. einen Aufsatz J. B. Messerschmitts in der „Wissenschaftl. Rundschau“ der „Münchner Neuesten Nachrichten“ vom 23. Sept. 1911, Nr. 445, betitelt: „Die Erdbebenwarten in Nördlingen und Hof“. — [5]) Vgl. den unter Fußnote [4]) angeführten Artikel, ferner: J. B. Messerschmitt, Über die neu errichtete Erdbebenwarte in Nördlingen. „Nördlinger Anzeigeblatt“ vom 29. Juni 1911, endlich: „Nordbayer. Verkehrs- und Touristenzeitung“ 8, 1911, 268 u. f.

Die Errichtung einer weiteren staatlichen Erdbebenwarte zweiter Ordnung ist in Passau geplant. Dadurch wäre die Möglichkeit einer schärferen Beobachtung der Erschütterungen an der bayerischen Ostgrenze, namentlich im Böhmer- und Bayerischen Wald, gegeben[1]).

So ist denn der bayerische Erdbeben-Beobachtungsdienst in planvoller Aufwärtsbewegung begriffen und Bayern in das die meisten Staaten der Erde umspannende Netz der „Internationalen Seismologischen Assoziation" einbezogen worden.

*

Der vorliegende Katalog stellt den bescheidenen Versuch dar, die Erdbeben Bayerns erstmals in einheitlicher Darstellung zusammenzufassen. Das Verzeichnis schließt nicht mit der Gegenwart ab, sondern reicht nur bis zum Jahre 1905, in dem die Erdbebenwarte München, wie bereits erwähnt wurde, ins Leben trat und die instrumentelle Beobachtung einsetzte. Die aufgeführten Bebennachrichten beruhen alle auf menschlichen Wahrnehmungen, sind also makroseismisch gewonnen. Die Aufzählung geschieht in zeitlicher Folge. Bei jedem Bebenjahre verweise ich, wenn möglich, zunächst auf den bereits in einem der bayrischen Verzeichnisse niedergelegten Stoff zu dem betreffenden Zeitraum und füge dann meine etwaigen Ergänzungen oder neu aufgefundenen Bebennachrichten im Wortlaute der Quelle bei. Auf Grund dieser Einrichtung kann sich jeder, der über ein Erdbeben Bayerns bis zum Jahre 1905 Auskunft erhalten möchte, in diesem Katalog mindestens den ersten Anhaltspunkt holen, weil in ihm das gesamte bisher gewonnene Material, wenn auch teilweise nur in Form von Hinweisen, zusammengetragen zu finden ist. Die am Schlusse angehängte Ortsliste dürfte die Brauchbarkeit des Büchleins erhöhen.

Eine kritische Untersuchung über Wert oder Unwert meiner Quellen und der daraus geschöpften Nachrichten anzustellen, habe ich grundsätzlich unterlassen. Diese auf ihre Vertrauenswürdigkeit hin zu prüfen, wird Sache der jeweiligen Benützer sein. Gewiß werde ich manchmal im Gebrauch eines Zitats zur Vorsicht raten[2]); mehr zu tun halte ich jedoch nicht für die Aufgabe des Erdbebengeographen. Ich biete nur Rohstoff; seine Verwertung erfordert Urteilsfähigkeit und Erfahrung.

Daß ich mit meiner Darstellung nicht an den Landesmarken stehen blieb, sondern auch die nächste Umrandung Bayerns, soweit nötig und möglich, berücksichtigte, bedarf keiner Begründung.

Selbstverständlich bin ich mir bewußt, daß auch meine Zusammenstellung die Lücken in der bayerischen Erdbeben-Chronik nicht auszufüllen vermag[3]). Klaffende Stellen werden immer bleiben, wie es denn überhaupt außerhalb des Bereichs der Möglichkeit liegen dürfte, erschöpfende und zugleich zuverlässige Erdbebenkataloge zu liefern[4]). Ein Beben-

---

[1]) Ein selbsttätiger Erdbebenmesser wurde 1914 von der Bergwerksleitung in Hausham zur Überwachung der dort vorkommenden Gebirgsschläge aufgestellt. — [2]) Wie wenig zuverlässig oft Zeitungsnachrichten über Naturereignisse sind, beweist die „Erdbebenwarte" in einer Mitteilung ihrer Beilage „Neueste Erdbebennachrichten" 7, 1907/08, 108: „Ein ganzes Dorf in die Erde versunken". — [3]) Leider war es mir infolge der Ungunst der Zeitverhältnisse nicht möglich zur Ergänzung meiner Sammlungen über bayerische Bodenerschütterungen den einschlägigen Stoff aus dem umfangreichen Lersch-Katalog heranzuziehen. Spätere Sammler möchte ich auf diese bedeutsame Arbeit hiemit aufmerksam machen und zugleich hinweisen auf P. Polis, Der Erdbebenkatalog von B. M. Lersch in Aachen, ersch. in der „Erdbebenwarte" 2, 1902/03, 151 u. f. — [4]) Vgl. B. S. Walther, Die Erdbeben und Vulkane. Leipzig 1805, 61 u. f.

verzeichnis, dem seismographische Aufzeichnungen nicht zugrundeliegen, muß Stückwerk bleiben, womit indes nicht behauptet sein soll, daß ein auf mechanische Registrierungen gegründetes makellos wäre; denn selbst die feinfühligen Erdbebenapparate zeichnen die Bodenbewegungen nicht immer restlos auf. Die Worte des sterbenden Laplace „Ce que nous connaissons c'est peu de chose, mais ce que nous ignorons c'est immense" gelten auch für unsern Fall. Immerhin dürfte mein Überblick über die Erdbeben Bayerns keine ganz nutzlose Arbeit darstellen, vielmehr denen, die sich aus irgend welchen Gründen genötigt sehen zu erdbebenkundlichen Fragen Bayerns Stellung zu nehmen, eine nicht unwillkommene erste Hilfe bieten.

*

Die in Kursivschrift gedruckten Abkürzungen bei einzelnen Bebenjahren bedeuten folgendes:

G. I = C. W. v. Gümbel, Das Erdbeben vom 22. Februar 1889 in der Umgegend von Neuburg a. D. (Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. **19**, 1889.)

G. II = C. W. v. Gümbel, Über die in den letzten Jahren in Bayern wahrgenommenen Erdbeben. (Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. **28**, 1898.)

R. I = J. Reindl, Beiträge zur Erdbebenkunde von Bayern. (Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. **33**, 1903.)

R. II = J. Reindl, Ergänzungen und Nachträge zu v. Gümbels Erdbebenkatalog. (Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. W. **35**, 1905.)

R. III = J. Reindl, Die Erdbeben Nordbayerns. (Abh. d. Naturhist. Ges. in Nürnberg, **15**, 1905.)

G. u. R. = S. Günther und J. Reindl, Seismologische Untersuchungen. (Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. **33**, 1903.)

*

Fehlt bei einer Schrift der Verfassername, so ist sie namenlos erschienen; fehlt die Angabe der Seite, so ist keine Seitenzählung vorhanden (in den Quellennachweisen meist mit „o. S." bezeichnet). Fragezeichen und Bemerkungen in [] stammen von mir, in () von den Berichtern der Ereignisse.

Ich habe mich bemüht, die Fundorte jedesmal entweder vollständig oder mindestens zur Nachprüfung ausreichend anzuführen; manchmal kürze ich ab oder ziehe den Titel etwas zusammen, aber doch nur dann, wenn ganz in der Nähe die volle Quellenangabe zu finden ist. Niemals verwende ich den zwar bequemen, aber störenden Hinweis a. a. O. oder l. c. und überlasse es dem Benützer, sich den Quellenvermerk durch zeitraubendes Zurückblättern erst zu suchen.

2. Abschnitt.

Bis zum Jahre 1000.

169.

„Seind in Teutschland hin und wider Erdbeben gewesen.“ [1])

369.

„369 hat man allhier vnd weit herumb etliche starcke Erdbidem gespürt“ [2]). [Betrifft Memmingen.]

„Bey Valentiniani Zeiten erreget sich ein grausamer Erdbidem durch die gantze Welt / schreibt Hieronymus.“ [3])

„Erdbeben in Memmingen und weit umher.“ [4])

460.

„Anno 460 ist zu Nürnberg, wie auch fast im ganzen Teutschland ein erschröckliches Erdbeben geweßen, welches viel Heußer, und schöne gebau eingeworfen hat.“ [5])

470.

„470 ist widerumb zu Nürnberg, und im ganzen Teutschland ein großes Erdbeben geweßen, welches viel Kirchen und Häußer hat eingeworffen.“ [6])

471.

„Anno Leonis imper. undecimo, Vienne austrie horrendo terremotu aliquot templa et domorumque sylvaticarum aliquot palatia coruerunt.“ [7])

„Anno Christi 471 verfielen zu Wien in Franckreich von einem Erdbeben viel Paläst/ etliche Kirchen und Herren-Häuser. Franck. Chron. I. Theil pag. 397.“ [8])

---

[1]) M. Bernhertz, Terraemotus das ist ein gründlicher Bericht von den Erdbeben. Gedruckt zu Nürnberg 1616, 51. [B. ist in vielen seiner Angaben kritiklos und geneigt zu übertreiben.] — [2]) Chr. Schorer, Memminger Chronik oder Kurtze Erzehlung vieler denkwürdigen Sachen von Ao. 369 biß 1660. Ulm MDCLX, 1. — [3]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundlicher Bericht. Basel 1578, 45. Ferner: G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vñ Plagen Gottes / als Feuwersnot / Wasserfluten / Windgestürm / Erdbidmen usf. Pfortzheym 1559, 39. — [4]) G. v. Ehrhart, Kurze Geschichte d. k. baier. Stadt Memmingen im Illerkreis. Memmingen 1813, 60. [Das Jahr 369 führt als Erdbebenjahr für Trient Mariani und für Verona Della Corte an. Vgl. J. Schorn, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Ztschr. d. Ferdinandeums. Innsbr. 1902, 3. F. 104.] — [5]) Dieser Nachricht steht, wenigstens soweit Nürnberg in Betracht kommt, die Unwahrscheinlichkeit sozusagen an der Stirne geschrieben. Nach E. Reicke, Gesch. d. Reichsstadt Nürnberg, Nbg. 1896, 1 kommt der Name Nürnberg (Nourenberc, wie es dort heißt) zum erstenmal in einer Urkunde Kaiser Heinrichs III. vor. Sie ist ausgestellt am 20. Juli 1050. Ferner nimmt Reicke an, daß Nürnbergs erste geschichtlich beglaubigte Erwähnung als Stadt ins Jahr 1105 fällt (S. 26). Wenn ich trotzdem obige Erdbebennotiz von 460 und einige weitere desselben ungenannten Verf. aufnehme, so geschieht dies deshalb, weil spätere Angaben unseres Anonymus gleichzeitig bezeugt werden. Im übrigen scheint diese Quelle trübe zu sein und allen daraus geschöpften Nachrichten gegenüber ist große Vorsicht zu beobachten. Ich fand sie im Kreisarchiv Nürnberg, wo sie unter dem Titel „Erdbeben in und umb Nürnberg“ Msc. Nr. 289 aufbewahrt wird. Das Jahr 460 steht auf S. 74. — [6]) Für diese Notiz gilt das in Fußnote 5 Gesagte. — [7]) Conradus Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 297. [Unkritisch.] — [8]) Terra tremens, die zitterend- oder bebende Erde, von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670, o. S.

543.

„Erdbeben, fast an allen Orten, am 6. Sept. 543.“[1])

572.

„Ist alhier zu Nürnberg so ein großes Erdbeben geweßen, welches zehen tag nach einander gewehret, und umb die Statt herumb großen Schaden gethan, auch an andern Orthen, viel Kirchen und Häußer, sambt ettlichen schönen großen gebäuen eingeworffen hat.“[2])

617.

„Im Monat Augustj, ward zu Nürnberg so ein großes Erdbeben, welches an Heußern, und anderen schönen gebäuen großen Schaden gethan hat.“[3])

635.

„Ist widerumb alhier [zu Nürnberg], und fast im ganzen Teutschland, ein erschröckliches, und groses Erdbeben gewest, welches dreißig tag nach einander gewehret, und aller Orthen großen Schaden gethan hat.“[4])

740.

„Anno 740 n. Chr. bebte die Erde in den schwäbischen Landen fast ein ganzes Jahr, so daß viele Klöster und Kirchen eingefallen sind. (Keßler, Manuskript v. 1723).“[5])

768.

„Im Jahre 768 erschütterte ein Erdbeben das ganze Land.“[6])

„768 (?) ganz Bajoarien.“[7])

780.

„Entstehen in Teutschland an etlichen orten Erdbeben. Schuvvart.“[8])

786.

G. I, 87. R. II, 32. R. III, 31.

„Dieses Jar ist ein erschröcklich Erdbeben im Winter entstanden / hernach im Mayen ist eine grosse Kälte eingefallen / hat einen tieffen Schnee geschneiet / vnnd sind vor Kälte die Vögel erfroren. Da nun auch solche Plag in Bayern kam / ließ Hertzog Thessel auß rath der Bischoffen / vnnd anderer Verständigen / eine gemeine Fasten / durchs gantze Land anschlagen / usf. Avent.“[9])

„Dans les derniers mois de l'année, tremblement de terre en Allemagne, principalement en Bavière (v. Hoff, d'après Beuther, qui cite Avent. Annal., lib. III, in fine.)“[10])

„Im Jahr 786 Erdbeben in Deutschland, besonders in Bayern, in den letzten Monaten des Jahrs.“[11])

---

[1]) Chronologische Tabellen IIII, 5, Nr. 84, 141 (F. Öttingen-Wallerst. Bibl. zu Maihingen). — [2]) Msc. 289, Kreisarchiv Nürnberg. Vgl. a. Fußnote [5]) zum Jahr 460! — [3]) Ebenda S. 75. — [4]) Ebenda. — [5]) Wörlen, Geschriebene Chronik der Stadt Oettingen. — [6]) C. Th. Gemeiner, Reichsstadt Regensburgische Chronik 1, 1800, 52 Regensburg. — [7]) H. Commenda, Erdbeben und Erdbebennachrichten aus Oberösterreich. „Erdbebenwarte“ 6, 1906/07, 41. — [8]) M. Bernhertz, Terraemotus das ist ein gründlicher Bericht von den Erdbeben. Nbg. 1616, 65. — [9]) Ebenda. — [10]) A. Perrey, Mémoire sur les tremblements de terre dans le bassin du Danube. (Annales des sciences physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie 9, 1846, 336). — [11]) J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 96.

787.

„Verschiedene Städte Deutschlands empfinden Erdbeben.“ [1])

800.

„Dum Spoleti versatur Carolus magnus imperator, pridie die Calend. Maij, hora noctis secunda terra graviter tremuit, tectum divi Petri Romae corruit, in Italia, Germania, Gallia circa Rhenum urbes pleraeque et villae afflictae sunt.“ [2])

801.

„Eodem anno loca quaedam circa Rhenum fluvium et in Gallia et in Germania tremuerunt.“ [3])

„Alß Carolus Magnus Römischer Keyser ward / im selbigen jar erhuben sich grosse Erdbidem in hoch Teutschen landen vmb den Rhein.“ [4])

„Seind auch etliche ort am Rhein vnd in Gallia durch Erdbeben erschüttert.[5])

„Ao. 801 im May Erdbeben an den Gräntzen des Rhein-Strohms und Franckreichs.“ [6])

„Quarto kal. Maji hora noctis secunda terraemotus ingens factus est, quo tota Italia graviter concussa est, quo motu tectum Basilicae Beati Petri Apostoli ex magna parte corruit cum trabibus suis. etiam tunc loca quaedam circa Rhenum et in Gallia et in Germania terraemotu tremuerunt.“ [7])

„So lieset man bey Janus Cedrenus, beym Münster, beym Crusius und anderen: daß 801 Würzburg 20 mal mit großem Schaden bewegt worden.“ [8])

„Am 31. März oder 30. April, Erdbeben in Italien, Frankreich und am Rhein. v. Hoff.“ [9])

„Am letzten April 801 wird eine furchtbare Erderschütterung in Frankreich, Deutschland und Italien verspürt.“ [10])

802.

„Eodem anno quaedam etiam loca in Germania circa Rhenum et in Gallia contremuerunt.“ [11])

---

[1]) W. L. Gräfenhahn, Physikal. Gedanken von der Entstehung der Erdbeben. Bayreuth und Hof 1756, 7. — [2]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 337 u. f. — [3]) Annales Einhardi. Mon. Germ. Hist. Script. 1, 190. Einhardi Fuldensis Annales. Mon. Germ. Hist. Script. 1, 352. G. H. Pertz und F. Kurze, Annales Regni Francorum inde ab a. 741 usque ad a. 829, qui dicuntur Annales Laurissenses et Einhardi. Hanover 1895, 114. O. Abel, Einhards Jahrbücher. Die Geschichtschreiber der deutschen Vorzeit, 9. Jahrh., 2, 1850, 97 Berlin. — [4]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundlicher Bericht. Basel 1578, 49. Ragor setzt seine Bebennachricht ins Jahr 801; Karl d. Gr. wurde aber i. J. 800 zum Kaiser gekrönt. Vgl. a.: J. Weiß, Elementarereignisse i. Gebiete Deutschlands. Wien 1914, 46. — [5]) M. Bernhertz, Terraemotus, das ist ein gründlicher Bericht von den Erdbeben. Nbg. 1616, 67. — [6]) Unglücks-Chronica Vieler Grauhsamer und erschrecklicher Erdbeben. Hamburg 1692 o. S. — [7]) Joannis Staindelii Presbyteri Patavensis Chronicon Generale. Rer. Boic. Script. Augsbg. 1763, 1, 437 u. f. — [8]) W. L. Gräfenhahn, Physikal. Gedanken. Bayreuth und Hof 1756, 7. Vielleicht liegt eine Verwechslung mit dem Jahre 841 vor. Vgl. Gümbel I, 87. — [9]) J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 96. — [10]) Chronologische Tabellen IIII, 5, Nr. 84, 207 (F. Öttingen-Wallerst. Bibl. in Maihingen). Vgl. z. Jahre 801: J. G. Wagner, Vermuthung von der Ursache des Erdbebens. Liegnitz 1756, 25. R. Langenbeck, Die Erdbebenerscheinungen i. d. Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichslanden Elsaß-Lothringen 1, 1892, 8. J. Rasch, Erdbidem-Chronic nach Art eines Calenders. Wien 1591. — [11]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 339.

803.

„Hac hieme circa ipsum palatium et finitimas regiones terrae motus factus est.“ [1])

„Hoc anno terrae motus ad Aquis factus est.“ [2])

„Terraemotus Aquis palatio factus est.“ [3])

„Entstehet zu Ach ein erschröcklich Erdbeben.“ [4])

819.

„819 ward im Herzogthum Böhem ein grausames plitzgen / donnern vnnd erdbiden / werete 28 tag lang mit grossem schaden. Die leut flohen vnd verkrochen sich in die hölen.“ [5])

822 oder 823.

„Ein groß Erdbeben in Deutschland, vornehmlich in einigen Gegenden von Obersachsen. v. Hoff.“ [6])

„Vers 823 tremblement de terre en Saxe.“ [7])

823.

„Hoc anno prodigia quaedam extitisse narrantur, in quibus praecipua fuerunt in Aquense palatio terrae motus.“ [8])

„Terre motus factus est.“ [9])

„Eo tempore quaedam prodigiosa signa apparentia animum imperatoris sollicitabant, praecipue terrae motus palatii Aquensis . . .“ [10])

„In Aquensi palatio terraemotus.“ [11])

„Anno Christi 823 seynd grosse Erdbidem gewesen / und hat sich zu Aach / der Kayserliche Palast und Saal erschüttert / als wollte er gar einfallen / sich tieff gesencket / wie auch ein Thurn / gar eingefallen. Sachsens Kayser Chronica 3. Theil.“ [12])

„823 Groß Erdbidmen und Hagel in Teutschland.“ [13])

„823 Erdbeben in Lindau.“ [14])

[1]) Einhardi Annales. Mon. Germ. Hist. Script. 1, 191. G. H. Pertz und F. Kurze, Annales Regni Francorum inde ab a. 741 usque ad a. 829 qui dicuntur Annales Laurissenses Maiores et Einhardi. Hannover 1895, 117. Vgl. O. Abel, Einhards Jahrbücher. Die Geschichtschreiber der deutschen Vorzeit. 9. Jahrh. 2, 1850, 99 Berlin. — [2]) Annales Xantenses. Monum. Germ. Hist. Script. 2, 224. — [3]) J. Staindelii Presbyteri Patavensis Chronicon Generale. Rer. Boic. Script. Augsbg. 1763, 1, 438. — [4]) M. Bernhertz, Terraemotus das ist ein gründlicher Bericht von den Erdbeben. Nbg. 1616, 67. Vgl. dazu: E. Pauls, Zur Gesch. der Erdbeben des 17. u. 18. Jahrh. in der Aachener Gegend. Ersch. i. d. Annal. d. hist. Ver. f. d. Niederrhein. 55. 56. 1892—93. — [5]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vñ Plagen Gottes / als Feuwersnot / Wasserfluten / Windgestürm / Erdbidmen usf. Pfortzheym 1559, 40. — [6]) J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 96. — [7]) Guénau de Montbeillard, Liste chronologique des Éruptions de Volcans, des tremblements de terre . . . Collection Académique, Dijon et Paris 1761, 512, Tom. 6 des Acad. Etrang. — [8]) Einhardi Annales. Mon. Germ. Hist. Script. 1, 211. G. H. Pertz und F. Kurze, Annales Regni Francorum inde ab a. 741 usque ad a. 829 qui dicuntur Annales Laurissenses et Einhardi. Hannov. 1895, 163. Vgl. O. Abel, Einhards Jahrbücher. Die Geschichtschreiber d. deutsch. Vorzt. 9. Jahrh. 2, 1850, 146. — [9]) Annalium Xantensium Appendix. Mon. Germ. Hist. Script. 2, 236. — [10]) Vita Hludowici Imperatoris. Mon. Germ. Hist. Script. 2, 628. Vgl. a. J. Rasch, Erdbidem-Chronic nach Art eines Calenders. Wien 1591. — [11]) Ioannis Staindelii Presbyteri Patavensis Chronicon Generale (Rer. Boic. Script. Augsbg. 1763, Bd. 1, 442). — [12]) Terra tremens, Die zitterend- oder bebende Erde von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670. o. S. — [13]) P. v. Radics, Chronolog. Übersicht der Wiener Erdbeben. „Erdbebenwarte“ 8. 1908/09. 118. — [14]) Gesch. d. Stadt Lindau i. Bodensee 1909, 2, 278.

823 und 824.

„823 und 824 Erderschütterungen in Aachen.“[1])

824.

„824 inn Teutschland Erdbiden.“[2])

„Diese Zeit [824] erregten sich grosse erschrockenliche erdbidem in Teutschen landen. Stumpff.“[3])

„Im Jahr 824 Erdbeben in der Gegend von Achen. Sigb. Gembl.“[4])

829.

„In Franckreich vnd in Teutschland sind Erdbidem vnnd grosse sturmwind. Stumpff.“[5])

837.

„Im Jahr 837 gab es am 17. Janu. ein Erdbeben bey Worms u. Speyer. Fauchet.“[6])

838.

G. I, 87.

„Am 18. Januar 838 spürte man Abends in den Rhein- und Nekargegenden ein Erdbeben.“[7])

„15. Kal. Febr. vespere terrae motus apud sanctum Nazarium et in Wormacense a Spirense et Lobadanense factus est.“[8])

841.

G. I, 87. — R. III, 31.

„Wirtzburg wirt erschüttert zwentzig mal mit grossem schaden. Funcc.“[9])

„2. tag Junij 841 sind an diesem tag zu Würtzburg 20 Erdbidem geschehen, die Kirchen vom Donner angezünd und verbrunnen im Jahr 841.“[10])

---

[1]) Ch. Keferstein, Zeitung für Geognosie, Geologie und Naturgeschichte des Innern der Erde. 1827, 3. St. 284. — [2]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vñ Plagen Gottes / als Fewersnot / Wasserfluten / Windgestürm / Erdbidmen usf. Pfortzheym 1559, 41. — [3]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundlicher Bericht. Basel 1578, 49. — [4]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen in Verbindung mit den gleichzeitigen Vorgängen in der physikalischen Welt. Tübingen 1823/25, 173. — [5]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundlicher Bericht. Basel 1578, 49. Vgl. zum Jahre 829 ferner: M. Bernhertz, Terraemotus das ist ein gründlicher Bericht von den Erdbeben. Nürnberg 1616, 67 u. 68. Vita Hludowici Imperatoris. Mon. Germ. Hist. Script. 2, 632. Einhardi Fuldensis Annales. Mon. Germ. Hist. Script. 1, 360. G. H. Pertz und F. Kurze, Annales Regni Francorum inde ab a. 741 usque ad a. 829 qui dicuntur Annales Laurissenses Maiores et Einhardi. Hannov. 1895, 176 u. f. J. Staindelii Chronicon Generale (Rer. Boic. Script.) Augsburg 1763, Bd. 1, 443. J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 96. R. Langenbeck, Die Erdbebenerscheinungen in der Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. aus den Reichslanden Elsaß-Lothringen 1, 1892, 8. — [6]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen in Verbindung mit den gleichzeitigen Vorgängen in der phys. Welt. Tübingen 1823/25, 176. — [7]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse usw. Württemb. Jahrbücher f. vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850, 1. Heft. Stuttg. 1851, 81. — [8]) Einhardi Fuldens. Annales. Mon. Germ. Hist. Script. 1, 361. Vgl. a. R. Langenbeck, Die Erdbebenerscheinungen in der Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichslanden Elsaß-Lothringen 1, 1892, 8. — [9]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundlicher Bericht. Basel 1578, 49. J. Rasch, Erdbidem-Chronic nach Art eines Calenders. Wien 1591. — [10]) Calendarium Historicum (1644) d. Pauli Eberi, Pastoris IV, 5, 4^{00}, Nr. 36, S. 211.

„Anno Christi 841 erschüttert ein Erdbidem die Stadt Würtzburg wol 20 mal / und kam damit ein grausamer Hagel / grosse Ungestümme / wie man in S. Kilians Kirch die None sang / u. s. w. Franck. S. 439.“ [1])

„So lieset man bey Janus Cedrenus, beym Münster, beym Crusius u. a., daß zu Mainz 841 die Stadtmauern und Kirche zu S. Alban eingefallen, in Augspurg viele Gebäude eingestürzt.“ [2])

845.

„Bis in pago Wormaciense terrae motus factus est. Primo sequenti nocte Palmarum, secundo in nocte saccta resurrectionis Christi.“ [3])

849.

R. II, 32.

„Terrae motus magnus.“ [4])

„Anno 8. Karoli regis, 12. Kal. Martii extitit terraemotus quasi decima hora noctis.“ [5])

854.

„Die erste [Würzburger] Domkirche wurde 854 am Tag des hl. Bonifaz von einem Blitze entzündet und bei einer heftigen Erderschütterung sammt dem daran liegenden Münster theils durch Feuer, theils durch die Erdstöße ganz verwüstet.“ [6])

„Folgendes als man zehlt nach Christi geburth 854, seynd im Brachmonat grausamliche erschreckliche wetter und erdbeben kommen, dadurch viehe und leut in teutschen landen schaden genommen, und hat sich in die Bonifacii [5. Juni] ein sehr ungefügter Wind, Donner und blitz erhaben, und darein ein feuriger strahl in den Stifft, zu dem Heil. Salvator genannt, gangen, das angezündt und den grössern theil des closters verbrennt.“ [7])

855.

G. I, 87. — R. III, 31.

„Anno Lotharij imp. 15. terraemotus ingens factus.“ [8])

„Als Johannes der achte den Stuel Petri jnnen hatte / vnd Kayser Lotharius ein Mönch ward / ist ein groß Erdbeben gewesen. Wormbs vnd Mentz seind es mit schaden jnnen worden. / Hedid.“ [9])

„Zu Meintz war auf dem Neuen Jahrs Tag / ein solch Erdbidem / daß es S. Urbanus Kirch und ein Stuck der Stadtmauer einwarff. Mich. Sachs. Kays. Chron. 3. Th.“ [10])

---

[1]) Terra tremens, die zitterend- oder bebende Erde von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670 o. S. Ferner: Unglücks-Chronica Vieler Grausahmer und erschrecklicher Erdbeben. Hamburg 1692 o. S. — [2]) W. L. Gräfenhahn, Physikal. Gedanken von der Entstehung der Erdbeben. Bayreuth und Hof 1756, 7. — [3]) Annales Xantenses. Mon. Germ. Hist. Script. 2, 228. Nach J. Weiß, Elementarereignisse im Gebiete Deutschlands 1, Wien 1914, 63 sind die in Betracht kommenden Tage der 22./23. März und der 28./29. März. — [4]) Vgl. Annales Ratisponenses (Script. XVII, 582) und die weitere bei J. Weiß, Elementarereignisse im Gebiete Deutschlands angeg. Lit. (Wien 1914, 65). — [5]) Annales Floriacenses, Mon. Germ. Hist. Script. II, 254. — [6]) J. A. Oegg, Entwicklungsgeschichte der Stadt Würzburg, herausgegeben von A. Schäffler. Würzburg 1881, 19 u. f. — [7]) L. Frieß, Historie der Bischoffen zu Wirtzburg u. Hertzogen zu Franken anno 1544, S. 419 in J. P. Ludewig, Geschicht-Schreiber von dem Bischoffthum Wirtzburg. Frankf. 1713, 373. — [8]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 352. — [9]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. v. d. Erdbeben. Nürnberg 1616, 68. — [10]) Terra tremens, die zitterend- oder bebende Erde, von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670 o. S. Vgl. auch Ruodolfi Fuldensis Annales, Mon. Germ. Hist. Script. I, 369.

„855. In der Gegend von Maynz, nach andern von Würzburg, wurde in kurzer Zeit die Erde zwanzig mal erschüttert. Annal. Fuld.“ [1])

„Mit dem Jahre 855 begannen Erdbeben, welche eine Reihe von Jahren hindurch sich wiederholten.“ [2])

„Im Jahre 855 erschreckten und verheerten Erdbeben und furchtbare Stürme unser Land.“ [3])

858.

„Waren grosse Erdbidem in Teutschen landen / vil Berg / Schlösser zerfielen / darin die leut verdurben. S. Albans Kirchen zu Mentz zerfiel von grund.“ [4])

„Diß Jahr entstehen in Teutschland grosse Erdbeben.“ [5])

„Anno Christi 858 seynd in Teutschland unterschiedlich grosse Erdbidem gewesen. H. Mutius, Libro Chron. XI de Germanorum Origine, pag. 94.“ [6])

„Im Jahr 857 gab es auch Erdbeben in Teutschland (Ann. Fuld.) und am 1. Januar 858 ein sehr starkes in verschiedenen Gegenden. (Fauchet).“ [7])

„In Kalendis Januariis terrae motus magnus factus est per civitates et regiones diversas, maximus tamen apud Mogontiacum, ubi maceriae antiquae scissae sunt, et aecclesia sancti Albani martyris ita concussa est, ut murus de fastigio cadens, oratorium sancti Michahelis ad occidentem basilicae bicameratum cum tecto et laquearibus ruina sua confringens, terrae coaequaret.“ [8])

„Dominicae nativitatis festo noctu et interdiu, Moguntiae validus et creberimmus terrae motus efficitur, quem etiam valida hominum mortalitas insequitur.“ [9])

„Kalendis Januarii 85(9)8, celebrata sollempnitate matutinorum, apud Wormatiam semel terrae motus factus est, et apud Magontiam tredecies ante diluculum.“ [10])

„858 Erdbiden in Teutschland.“ [11])

„Die Erdstöße wiederholten sich in den Jahren 857, 858 und 859, die heftigste Erschütterung war die am 1. Januar 858, welche vornehmlich der Gegend um Mainz verderblich wurde.“ [12])

859.

„Urbs Mogontina cum locis sibi contiguis per totum anni circulum immani terrae motu vexatur.“ [13])

[1]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 177. Vgl. auch J. Weiß, Elementarereignisse im Gebiete Deutschlands. Wien 1914, 67. — [2]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, Naturereignisse. Württemberg. Jahrb. f. vaterl. Gesch., Geogr., Statistik und Topographie. 1850. Stuttg. 1851, 81. — [3]) J. A. Bullnheimer, Gesch. v. Uffenheim. Ansbach 1905, 250. — [4]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundl. Ber. Basel 1578, 49. — [5]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. v. d. Erdbeben. Nürnbg. 1616, 69. — [6]) Terra tremens von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670 o. S. — [7]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 178. — [8]) Ruodolfi Fuldensis Annales. Mon. Germ. Hist. Script. I, 370. — [9]) Prudentii Trecensis Annales. Mon. Germ. Hist. Script. I, 451. — [10]) Annales Xantenses. Monum. Germ. Hist. Script. II, 230. Vgl. J. Weiß, Elementarereignisse im Gebiete Deutschlands. Wien 1914, 68. — [11]) P. v. Radics, Chronolog. Übersicht der Wiener Erdbeben, „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 118. — [12]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Ereignisse u. s. w. Württemberg. Jahrb. f. vaterl. Gesch., Geogr., Statist. und Topographie 1850. Stuttgart 1851, 81. — [13]) Ruodolfi Fuldensis Annales. Mon. Germ. Hist. Script. I, 373. Vgl. auch die Annales Xantenses beim Jahr 858.

865.

„Terrae motus fuit.“[1])

„Erdbeben in Bayern.“[2])

867.

„Auch im Jahr 867 läßt die Hungers-Noth und mehrere Erdbeben, besonders das, welches am 9. Oktober an verschiedenen Orten bemerkt wurde (Annal. Fuld., Chron. Mellic.) eine anomale Witterung in Teutschland vermuthen.“[3])

868.

„Terraemotus ingens factus est.“[4])

„Et terraemotus magnus per regna, ita ut desperatio humanae vitae plurimis accidit.“[5])

„Erdbeben in Lindau.“[6])

869.

„869 ward abermal ein groß Erdbiden in Teutschen landen.“[7])

„War nach den Annales Fuldenses den 3. Dezember ein starkes Erdbeben in der Gegend von Mainz.“[8])

870.

„870? Zu Maynz gab es wieder Erdbeben.“[9])

„Der Sommer 870 war sehr heiß und trocken, einige Erdstöße wurden gespürt.“[10])

872.

„Am 3. Dezember war ein starkes Erdbeben in der Gegend von Maynz. (Annales Fuld.).“[11])

„Mit dem Erdbeben am 3. Dezember 872 endeten die einige Jahre so häufigen Erderschütterungen wieder.“[12])

„Am 2. Dezember Erdbeben zu Mainz. Lersners Chronik.“[13])

---

[1]) Ann. Sancti Emmerammi Ratisponensis Minores. Mon. Germ. Hist. Script. I, 94. Anonymi Monachi Emmerammensis Breve Chronicon Bojoariae. Rer. Boic. Script Augsburg 1763, 1, 46. C. Th. Gemeiner, Reichsstadt Regensburgische Chronik 1, Regensburg 1800, 76. — [2]) J. Weiß, Elementarereignisse im Gebiete Deutschlands. Wien 1914, 70. — [3]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 179. K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse u. s. w. Württemberg. Jahrb. f. vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 81. — [4]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 354. — [5]) Ann. Xantenses. Mon. Germ. Hist. Script. II, 233. — [6]) Gesch. d. Stadt Lindau im Bodensee 2, 1909, 278. — [7]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vñ Plagen Gottes / als Feuwersnot / Wasserfluten / Windgestürm / Erdbidmen usf. Pfortzheym 1559, 41. J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundl. Ber. Basel 1578, 50. M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. v. d. Erdbeben. Nürnbg. 1616, 69. P. v. Radics, Chronolog. Übers. d. Wiener Erdbeben, „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 118. — [8]) J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 96. — [9]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 180. Vgl. a. J. Weiß, Elementarereignisse im Gebiete Deutschlands. Wien 1914, 73. — [10]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse u. s. w. Württemberg. Jahrbüch. für vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 81. F. Marx, Fürth in Vergangenheit u. Gegenwart. Fürth 1887, 280. — [11]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 180. Vgl. auch J. Weiß, Elementarereignisse im Gebiete Deutschlands. Wien 1914, 74. — [12]) K. Pfaff. Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse u. s. w. Württemberg. Jahrbüch. für vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 82. — [13]) J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 97.

880.

„Mentz erleidet abermals ein Erdbidem.“[1])
„Am 1. Januar Erdbeben zu Mainz.“[2])

882.

„Tertio Calend. Januar. Mogunciaci terra intremuit.“[3])
„Erdbeben zu Mainz am 30. Dezember. v. Hoff.“[4])

885.

„Zerfiel S. Albans Kirch zu Meintz durch ein Erdbeben. Müntzerus.“[5])
„Erdbeben in Mainz. v. Hoff.“[6])

896.

„Terraemotus [secundus] fuit.“[7])

937.

„937 war ein Erdbidem hier.“ [Memmingen][8])
„Erdbeben in Memmingen verspürt.“[9])

944.

„Terraemotus ingens factus est 16. Calend. Maias.“[10])

„Anno Christi 944 und 956 waren in Frankreich und Teutschland grosse Erdbidem. Aen. Sylvius in Hist. Boh. cap. 15. Sachsens Keys. Chron. 3. Th.“[11])

949.

„Erdbeben machten hin und wieder das Land zittern.“[12])

950.

„In Frankreich vnd Teutschland / entstehen grosse vnd schwere Erdbeben.“[13])

„Im Jahr 950 oder den folgenden gab es in vielen Gegenden Teutschlands und Frankreichs starke Erderschütterungen. Mar. Scot.“[14])

„950. War widerumb alhier zu Nürnberg, wie auch im ganzen Teutsch- und Welschland, viel große Erdbeben geweßen, die großen Schaden gethan haben.[15])

---

[1]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundl. Ber. Basel 1578, 50. — [2]) J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 97. — [3]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 359. — [4]) J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankfurt a. M. 1847, 97. J. Weiß, Elementarereignisse im Gebiete Deutschlands, Wien 1914, 79 nennt den 30. Dez. 881 als Bebentag. Vgl. a. R. Langenbeck, Die Erdbebenerscheinungen i. d. Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichslanden Elsaß-Lothringen 1, 1892, 9. — [5]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. v. d. Erdbeben. Nürnberg 1616, 70. — [6]) J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 97. — [7]) Anonymi Monachi Emmerammensis Breve Chronicon Bojoariae. Rer. Boic. Script. Augsbg. 1763, 1, 46. Ann. Sancti Emmerammi Ratisponensis Minores. Mon. Germ. Hist. Script. I, 94. J. Weiß, Elementarereignisse i. Gebiete Deutschlands, Wien 1914, 83 nennt als Bebenjahr 895. — [8]) Chr. Schorer, Memminger Chronik. Ulm 1660, 2. — [9]) G. v. Ehrhart, Kurze Gesch. d. königl. baier. Stadt Memmingen im Illerkreis. Memmingen 1813, 60. — [10]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 362. — [11]) Terra tremens von M. P. S. A. C. Nürnbg. 1670 o. S. — [12]) C. Th. Gemeiner, Reichsstadt Regensburgische Chronik 1, Regensburg 1800, 115. — [13]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. v. d. Erdbeben. Nürnbg. 1616, 70. — [14]) F. Schnurrer, Chronik d. Seuchen. Tübingen 1823/25, 189. — [15]) Erdbeben in und umb Nürnberg. Namenlose Handschrift Nr. 289 (S. 75) des Kreisarchivs Nürnberg. Vgl. das in der Fußnote zum Jahre 460 Gesagte.

950—956.

„Vers 950, 952, 954 ou même 956, il y eut de grands et fréquents tremblements de terre en plusieurs lieux de la France et de l'Allemagne; beaucoup d'edificies furent renversés (Chron. Hirsaugiense, t. I, p. 89; Chron. Augiense, Mariani Scoti Chron., Sigeberti Chron., dom. Bouquet VIII, p. 102, 272 et 314)." [1])

„951, 952. Erdbeben machten hin und wieder das Land zittern." [2])

„956. Waren hin vnd wider Erdbeben / in Gallia vnd in Germania. Wittekind lib. 3. gest. Sax." [3])

968.

„En Allemagne, tremblement cité par v. Hoff, d'après Bernhertz et la Collect. academ." [4])

997.

„Dieses Jahres ist an der Elb vmb Magdeburg ein grosses Erdbeben gewesen. Fabricius." [5])

„Anno Christi 997 thät sich an der Elbe bey Magdeburg ein Erdbeben herfür / welches den Einwohnern selbiges Landes / und sonderlich in der Alten Mark / sehr seltzam und ungewohnt fürkam / auch deswegen dieselbe destomehr entstalte. Es thät aber doch keinen besondern Schaden. Agelus t. 2. Annal. March." [6])

„997. Erschütterungen in Sachsen." [7])

998.

„998 entstund inn Böhem vmb Beraun / sonst Slafoschofa genannt / ein so greuwlich Erdbiden / das die leitt auff den füssen nit stehn kundten bleiben / An vil orten fielen die gebeuw darnider / etc. werete acht tag vnnd acht nächt." [8])

„Im Jahr 998 gab es nach der Chronik von Altenzelle und dem Annalisten aus Sachsen ein unerhörtes Erdbeben in Teutschland." [9])

„Gab es nach der Chronik von Zelle (Spangenbergs Mansfeldsche Chronik) ein unerhörtes Erdbeben in Deutschland." [10])

„Mit dem Jahr 998 begannen die Erderschütterungen in Deutschland aufs Neue." [11])

999.

„Terraemotus factus est maximus." [12])

---

[1]) A. Perrey, Mémoire sur les tremblements de terre dans le bassin du Danube. Annales des sciences physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie 9, 1846, 336. — [2]) C. Th. Gemeiner, Reichsstadt Regensburgische Chronik 1. Regensbg. 1800, 115. — [3]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. v. d. Erdbeben. Nürnbg. 1616, 70. J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 97. Vgl. zum Jahre 956 auch eine Angabe beim Jahr 944! — [4]) A. Perrey, Mémoire sur les tremblements de terre dans le bassin du Danube. Annales des sciences physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie 9, 1846, 337. Vgl. a. J. Boegner, Das Erdbeben u. s. Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 97. — [5]) M. Bernhertz, Terraemotus d i. ein gründl. Ber. v. d. Erdbeben. Nürnbg. 1616, 71. — [6]) Unglücks-Chronica Vieler Grausahmer und erschrecklicher Erdbeben. Hamburg 1692 o. S. — [7]) Ch. Keferstein, Zeitung für Geognosie, Geologie u. Naturgesch. d. Inn. d. Erde. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 284. — [8]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vñ Plagen Gottes / als Feuwersnot / Wasserfluten / Windgestürm / Erdbidmen usw. Pfortzheym 1559, 41. — [9]) F. Schnurrer, Chronik d. Seuchen. Tübingen 1823/25, 198. — [10]) J. Boegner, Das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 97. — [11]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse u. s. w. Württembergische Jahrb. f. vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 84. — [12]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 368.

1000.

„Viel schröckliche Wunder geschehen dieser Zeit / als Erdbeben / vnd seltsame Cometen.“ [1])

„1000. War abermalen ein grosser Erdbidem. [Memmingen.]“ [2])

„Varia apparuerunt prodigia, cometes in celo visus est, terraemotus maximus.“ [3])

„1000. Sind widerumb alhier zu Nürnberg, wie auch an andern Orthen, große Erdbeben geweßen, welche großen Schaden gethan haben.“ [4])

„Erdbeben in Memmingen verspürt.“ [5])

„Im Jahr 1000 (oder in den letzten Monaten des vorhergehenden Jahres) ereignete sich ein Erdbeben, welches sich über einen großen Theil des nördlichen Europa ausdehnte. Paul. Lang. Chron. Naumb.“ [6])

„Mit dem Jahr 998 begannen die Erderschütterungen in Deutschland aufs Neue und wiederholten sich wiederum während einer Reihe von Jahren; die stärksten Erdbeben waren die von den Jahren 1000 und 1013.“ [7])

„1000. Krain bis in den Norden Europas.“ [8])

3. Abschnitt.

Das 11. Jahrhundert.

1008.

R. I, 183.

1011.

„Erdbeben zu Lüneburg.“ [9])

1012.

„Erdbeben in Memmingen verspürt.“ [10])

1014.

„1014. Den 18. November Erdbeben in Teutschland.“ [11])

1020.

„Terraemotus magnus factus est 4. Idus Maias.“ [12])

„Terraemotus magnus factus est 4. Idus Mai. feria 6.“ [13])

---

[1]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. von den Erdbeben. Nürnbg. 1616, 71. — [2]) Chr. Schorer, Memminger Chronik. Ulm 1660, 2. — [3]) Joannis Staindelii Presbyteri Patavensis Chronicon Generale. Rer. Boic. Script. Augsbg. 1763, 1, 468. — [4]) Erdbeben in und umb Nürnberg. Namenlose Handschrift Nr. 289 (S. 75) des Kreisarchivs Nürnberg. Vgl. das beim Jahr 460 darüber Gesagte! — [5]) G. v. Ehrhart, Kurze Geschichte der königl. baier. Stadt Memmingen im Illerkreis. Memmingen 1813, 60. — [6]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 199. — [7]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse usw. Württemberg. Jahrbücher für vaterländische Geschichte, Geographie, Statistik und Topographie. 1850. Stuttgart 1851, 84. — [8]) P. v. Radics, Chronologische Übersicht der Wiener Erdbeben. „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 119. — [9]) Ch. Keferstein, Zeitg. f. Geognosie, Geologie u. Naturgesch. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 284. — [10]) G. v. Ehrhart, Kurze Gesch. d. kgl. baier. Stadt Memmingen. Memmingen 1813, 60. — [11]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie, Geologie u. Naturgesch. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 284. — [12]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 374. — [13]) Ann. Wirziburgenses. Mon. Germ. Hist. Script. II, 242.

„Bayern ward in diesem Jahr durch ein heftiges Erdbeben sehr erschüttert und besonders mußte die Domkirche zu Basel leiden.“ [1])

„Nicht lange nachher wurde ein grosser Theil der Stadt, insbesondere die Gegend bey Obermünster und das fürstliche Stift selbst in Asche gelegt. Wahrscheinlich ist, da die Häuser dazumal größtentheils von Holz erbaut waren, bey dem großen Erdbeben, das in diesem Jahr [1020] — das alte Hildesheimische Chronikon setzt das Beben ins folgende Jahr — allenthalben im Lande Verwüstungen angerichtet hatte, die Brunst entstanden.“ [2])

„Im Jahre 1020 wurde ganz Baiern erschüttert.“ [3])

„Am 12. May [1020] erfolgte ein Erdbeben. Chron. vet. Cellens.“ [4])

„Von 1020 bis 1034 verging fast kein Jahr, ohne daß man da und dort Erdstöße verspürte.“ [5])

„Unter Bischof Walther stellte sich im Jahre 1020 ein fürchterliches Erdbeben ein, das sich durch ganz Bayern bis nach Basel erstreckte und in dieser Stadt die Domkirche zusammenwarf. Die Nordgauer [Oberpfalz] werden dieses Wanken der Erde wohl auch empfunden und dem Allmächtigen gedankt haben, wenn sie nur mit dem Schrecken davonkamen.“ [6])

„1020 (?) ganz Bajoarien, in Salzburg, Admont.“ [7])

1021.

G. I, 87.

„Terre motus factus est 4. Id. Mai.“ [8])

„Ein grosser Erdbidem ist in Beyern vnnd anderßwo. Basel die Statt entgiltet vbel diß vnfals: dann dadurch ist dz Münster sampt etlichen bey gelegenen heusern in den Rhein gestürtzt worden. Aretins.“ [9])

„En 1021 la Bavière fut affligée d'un grand Tremblement de Terre. Naucleri Chronographia, Vol. II, 816.“ [10])

„Ingens terraemotus contigit IIII Idus Maji hora X diei feriâ VI post ascensionem Domini.“ [11])

„Das Erdbeben, welches am 12. May 1021 stattfand (Chron. Augustens.), ist nicht mit dem am vorigen Jahr zu verwechseln, sondern war eine wiederholung. Pilgram schließt diß aus seiner genauen Berechnung des Calenders jener Jahre, der mit den Zeitbestimmungen des Berichterstatters, besonders den genauen Angaben von Annal. Saxo, genau übereinstimmt; es erstreckte sich das Erdbeben besonders über Bayern und verbreitete sich von da bis Basel, wo es die Domkirche stark beschädigte. Add. in Lamb. und Mar. Scot.“ [12])

---

[1]) Wöchentl. Hist. Nachrichten, bes. a. d. Gesch. Frankenlands 1, 1766, 194. — [2]) C. Th. Gemeiner, Reichsstadt Regensburgische Chronik 1, Regensbg. 1800, 153. — [3]) Bauernzeitung aus Frauendorf 2, 1820, 408. — [4]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen 1, 1823, 202 Tübingen. — [5]) K. Pfaff, Nachrichten ü. Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse usf. Württemberg. Jahrbücher f. vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 84. — [6]) J. G. Ainmüller, Stirn nach s. topogr. Zustande, s. Alter u. polit. Wechsel. Beil. 3 z. 21. Jahresber. d. hist. Ver. i. Mittelfrank. 1852. Ansbach 1852, 17. — [7]) H. Commenda, Erdbeben u. Erdbebennachrichten a. Oberösterr. „Erdbebenwarte“ 6, 1906/07, 41. — [8]) Ann. S. Steph. Frisingenses. Mon. Germ. Hist. Script. XIII, 51. — [9]) J. H. Ragor, Von d. Erdbidem ein grundl. Ber. Basel 1578, 50. — [10]) Histoire des anciennes revolutions du globe terrestre. Avec une relation chronologique et historique des tremblements de terre. Amsterdam 1752, 253. — [11]) J. Staindelii Presbyteri Patavensis Chronicon Generale. Rer. Boic. Script. Augsbg. 1763, 1, 470. — [12]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen 1, 1823, 202 Tübingen.

„Erdbeben 1021.“ [Eichstätt.][1])

„1021, 12 mai, en Bavière et dans quelques autres contrées de l'Allemagne méridionale, tremblement considérable, qui fut aussi ressenti à Bâle. (Dom. Bouquet, t. X, p. 193, 231 et 322; S. Schard, Rerum Germanic., f. 173, et Chron. hist. Germanic. tom. I, p. 707; Coll. acad.; Bertrand; Trytschius; Labbe, Abrégé chronol., t. IV, p. 210; v. Hoff.) Quelques chroniqueurs, comme Albert (Chron. Alberti, abb. stadensis, fol. 114) donnent la date du 12 mai 1020.“[2])

„Ingens terrae motus in Baioariae partibus 4. Id. Maii, hora 10 diei, feria sexta post ascensionem Domini (d. i. am 12. Mai). Die Niederalteicher Annalen schreiben dies nach den Monum. Germ. Hist. ed. G. Pertz, Script. XX, p. 790. Da dieses Beben auch in den Annalen von Einsiedeln, Reichenau i. Bodensee, Ottobeuren, Augsburg, Regensburg, Salzburg, Admont, Melk verzeichnet ist, dürfte es vorzugsweise die Bodenseegegend, Südbayern, Salzburg, Österreich getroffen haben.“[3])

„1021 ganz Bajoarien, in Salzburg, Admont.“[4])

„1021, 12. Mai, Freytags groß Erdbiden in Bayrn vnd Basel.“[5])

1045.

„Den 13. Oktober 1045 Erdbeben in Lindau.“[6])

1048.

G. I, 88.

„Terremotus magnus factus est circa Constantiam ad lacum Acroniam sitam.“[7])

„Terrae motus IIII. Idus Octobris factus est.“[8])

1059.

„Entstehet in Deutschland ein Erdbeben. Schub.“[9])

1062.

R. II, 32.

„Sexto Idus Februarij terraemotus et fulgura facta sunt circa Constantiam. . .“[10])

„Die alten Chroniken schreiben in diesem Jahre von einem in Bayern verspürten Erdbeben.“[11])

---

[1]) Carl Nar, Geschichtstafel der Stadt Eichstätt vom ersten bis neunzehnten Jahrhundert. Eichstätt 1838. — [2]) A. Perrey, Mémoire sur les tremblements de terre dans le bassin du Danube. Annales des sciences physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie 9, 1846, 337. — [3]) J. Schorn, Die Erdbeben von Tirol u. Vorarlberg. Ztschr. d. Ferdinandeums 3. F. 46. H. 1902, 105. Vgl. auch K. W. v. Dalla Torre, Tirol, Vorarlberg u. Liechtenstein. Berlin 1913, 24. — [4]) H. Commenda, Erdbeben u. Erdbebennachrichten a. Oberösterr. „Erdbebenwarte“ 6, 1906/07, 41. — [5]) P. v. Radics, Chronolog. Übers. d. Wiener Erdbeben. „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 119. Vgl. zum Jahr 1021 ferner: J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie, Geologie und Naturgesch. Jg. 1827. Weimar 1827, 284. R. Langenbeck, Die Erdbebenerscheinungen i. d. Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichslanden Elsaß-Lothringen 1, 1892, 9 u. f. — [6]) Gesch. d. Stadt Lindau i. Bodensee 2, 1909, 278. — [7]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 379. — [8]) J. Staindelii Presbyteri Patavensis Chronicon Generale. Rer. Boic. Script. Augsbg. 1763, 1, 475. Vgl. a. K. Pfaff, Nachrichten ü. Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürd. Naturereignisse. Württemberg Jahrb. f. vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 84. K. W. v. Dalla Torre, Tirol, Vorarlberg u. Liechtenstein. Berlin 1913, 24. — [9]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ei. gründl. Ber. v. d. Erdb. Nürnberg 1616, 75. — [10]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 381. — [11]) C. Th. Gemeiner, Reichsstadt Regensburg. Chronik 1, Regensbg. 1800, 174.

„Am 8. Februar 1062 soll es nach Crusius zu Constanz ein Erdbeben unter heftigem Donner und Blizen gegeben haben.“ [1])

1068.

„1068 in ganz Teutschland.“ [2])

1080.

„Dezember. Erdbiden zu Maintz.“ [3])

„Ein Erdbeben erfolgte am 1. Dez. 1080 zu Maynz. Sigebert.“ [4])

1081.

G. I, 88.

„Ein gleichbedeutendes [Erdbeben] mit grossem unterirdischen Geräusch ereignete sich in derselben Gegend [Mainz] am 27. März 1081. S. Gembl.“ [5])

„Anno Henrici 4. imp. 25. terraemotus cum gravi mugitu factus est 6. Cal. Aprilis, prima noctis hora portendens forte ingens malum, quod de toto orbe insonuit.“ [6])

„Im 1081. Jahr n. Chr. Geb. ist vmb die erste Stunde in der Nacht in Deudschland ein schrecklich Erdbeben entstanden, davon das Erdtreich gebrüllet hat.“ [7])

„1081. Ist alhier [Nürnberg] widerumb ein erschröckliches und großes Erdbeben geweßen, welches mercklichen Schaden gethan hat.“ [8])

1091.

„Erdbeben setzten die Zeitgenossen in Erstaunen.“ [9])

1092.

R. II, 33.

„Erdbeben setzten die Zeitgenossen in Erstaunen.“ [10])

„8 Tag Februarij ist zu Costnitz ein gros Erdbidem geschehen.“ [11])

1095.

„1095 spürte man wiederholte Erdstöße.“ [12])

---

[1]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 209. Vgl. a. K. Pfaff, Nachrichten ü. Witterung u. s. f. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 85. R. Langenbeck, Die Erdbebenersch. i. d. Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichslanden Els.-Lothr. 1, 1892, 10. — [2]) P. v. Radics, Chronol. Übers. d. Wiener Erdb. „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 119. — [3]) J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591 o. S. — [4]) F. Schnurrer, Chronik d. Seuchen. Tübingen 1823/25, 212. — [5]) Vgl. Fußnote 4. — [6]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 383. — [7]) S. Schwabe, De terraemotibus. Görlitz 1582 o. S. — [8]) Erdbeben in und umb Nürnberg. Namenl. Handschr. Nr. 289 (S. 75) d. Kreisarchivs Nürnberg. Vgl. ferner z. J. 1081: M. Bernhertz, Terraemotus. Nbg. 1616, 76. K. Pfaff, Nachrichten u. s. f. Württemb. Jahrb. Stuttg. 1851, 85. R. Langenbeck, Die Erdbebenersch. u. s. w. 1892, 10. Jak. Herrnschmidt, Repertorium Nordlingense. — [9]) C. Th. Gemeiner, Reichsstadt Regensburg. Chronik 1, Regensburg 1800, 190. — [10]) Ebenda. — [11]) Calendarium Historicum (1644) D. Pauli Eberi, Pastoris IV, 5, 4^{00}, Nr. 36, S. 54. — [12]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usf. Württemberg. Jahrbücher für vaterländische Geschichte usw. 1850. Stuttgart 1851, 87.

4. Abschnitt.

Das 12. Jahrhundert.

1107.

„Erdbeben in Lindau.“[1])

1112.

G. I, 88.

„Rotenburgium civitas iuxta Neccarum terraemotu concidit.“[2])

„1112 fiel allhier [Memmingen] ein dicker Schnee / darauff kam ein groß Erdbidem.“[3])

„1112, 4. Janvier. Violentes secousses en Allemagne, qui renversèrent plusieurs Eglises et plusieurs Villes. Liège fut presque submergée par des inondations extraordinaires. La Ville de Rhotembourg sur le Necre, qui s'appellait Landfort, fut totalement détruite.“[4])

„Ein Erdbeben verbreitete sich am 3. Januar 1112 über einen grossen Teil von Teutschland; Rottenburg am Neckar wurde durch dasselbe und durch Überschwemmungen ganz verheert. Münster Cosmogr. lib. III, c. 335; nach Naucler. wäre es später gewesen.“[5])

1116.

G. I, 88. — G. II, 3.

„1116 (?) in Deutschland und Italien.“[6])

„1116 ganz Teutschland (IV. nonas Januarii).“[7])

1117.

G. II, 3. — R. III, 31 u. f.

„De terribili terrae motu, qui aedificia et structuras monasterii sancti Michaelis [Bamberg] hiatu terribili destruxit, quas sanctus Otto postea a fundamentis erexit et ampliando dilatavit, et de die consecrationis ecclesiae.

Siquidem anno Domini 1117, 3. Non. Januarii, id est in octava sancti Johannis apostoli, peccatis hominum exigentibus, terrae motus factus est magnus, 4. feria, luna 26, hora vespertina, impleta prophetia quae dicit: Pugnabit pro eo orbis terrarum contra insensatos. Hoc siquidem terrae motu aecclesiae nostrae fabrica, quae et ante iam longa temporis vetustate ex parte scissa erat, ita concussa est, ut lapis magnus in frontispicio vel culmine sanctuarii subito lapsu proruens, totius monasterii ruinam minaretur, cunctosque ingenti pavore perculsos in fugam converteret. Et tamen, mirum dictu! grandi hoc lapide, qui totum in circuitu opus sua conclusione firmabat, lapso, reliqua templi fabrica,

---

[1]) Gesch. d. Stadt Lindau im Bodensee 2, 1909, 278. — [2]) C. Lycosthenes, Prodig. ac ostent. Chronicon. Basel 1557, 397. — [3]) Ch. Schorer, Memminger Chronik. Ulm 1660, 2. — [4]) Guéneau de Montbeillard, Liste chronologique des Éruptions de Volcans, des tremblements de terre etc. Dijon et Paris 1761, t. VI, 520. — [5]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 231. Vgl. ferner: R. Langenbeck, Die Erdbebenersch. i. d. Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichslanden Elsaß-Lothr. 1, 1892, 10. J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591. E. Hennig, Erdbebenkunde. Lpz. 1909, 48. Vor allem die krit. Bemerkungen bei J. Zeller, Das Erdbeben vom 3. Januar 1117, Württ. Vierteljahrsh. f. Landesgesch. N.F. 12, 1913, 270 u. f. — [6]) H. Commenda, Erdb. u. Erdb.-Nachr. a. Oberösterr. „Erdbebenwarte“ 6, 1906/07, 41. — [7]) P. v. Radics, Chronolog. Übers. d. Wiener Erdb. „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 119.

licet hiatu terribili casum iam iamque minaretur, immobilis perstitit, donec post festa paschalia iussu pii Ottonis destructa et solo adaequata est." [1])

„1117. Terremotus magnus ubique terrarum, semel in die, semel in nocte est factus." [2])

„1117. Terremotus maximus factus est 3. Non. Januar. Eodem anno eclipsis lunae contigit 2. Idus Decembr. Multae etiam urbes in Italia crebris terremotibus ceciderunt." [3])

„Hoc anno (in Kalendario 3. Non. Jan. f. 13′ ita: Terre motus fit bis nocte et die, anno Domini 1117) contigit terre motus in 3. Non. Jan. in nocte ante diem, et in die secundo contigit ante vesperam feria 4." [4])

„Terre motus factus est magnus semel in nocte et semel in die III. Non. Jan." [5])

„Quapropter inter ipsa dominicae nativitatis festa, 3. Non. Januarii hora vespertina, super tantis divini iudicii contemptibus commota est et contremuit terra, ab ira nimirum furoris Domini, adeo ut nemo iuventus sit super terram, qui tantum se unquam sensisse fateatur terrae motum. Nam multa inde subversa sunt aedificia, civitates etiam quasdam subrutas dicunt in Italia." [6])

„Hoc anno 3. Nonas Ianuarii accidit terrae motus per universum orbem." [7]) In einer Fußnote z. J. 1117 steht: „a. 1112. Ann. Br."

„Post exordium a. 1117 vehementissimus isque repetitus terrae motus, uti in multis Europae regionibus ita quoque in Suevia praesertim Constantiae ac Marisburgi ad lacum Bodamicum multa aedificia subvertit, quibus magna pars hominum compressa." [8]) Dazu Anmerkung: „Crus. Annal. L. II. P. II, c. 7. Chron. Zwifalt. ap. P. Hess. Monum. Guelf. p. 219: III. Non. Jan. 1117 terrae motus factus est magnus bis in nocte et die, multique homines oppressi sunt."

„Mense Ianuario 3. scilicet nonas ipsius in aliquib. locis terraemotus accidit tam gravis ut quaerundam urbium partes cum ecclesijs corruerint." [9])

„Nach Christi geburt 1117 am dritten Januarij / entstund ein solch vnerhört erdbiden / das vil Kirchen / ya auch gantze Stett davon eynfielen / vnd vnder anderen auch Rotenburg am Necker / die lag vnerbauwet biß man zelet nach Christi geburt 1271 yar." [10])

„Im Jenner eines tags vmb vesper zeit hat sich das Erdtrich beweget vnnd also erbidmet / dergleichen hievor nie kein mensch erhört hat. Vil heuser vnd gebew fielen hernider." [11])

„En mille — cent & dix — sept, on éprouva en Suisse un tremblement des plus violens; il fut presqu' universel. Il renversa des maisons & des châteaux en divers lieux de l'Europe." [12])

[1]) Ebbonis vita Ottonis Ep. Babenb. Lib. I, Mon. Germ. Hist. Script. XII, 838. Verdeutscht findet sich dieser Auszug bei: J. Looshorn, Die Gesch. des Bistums Bamberg 2, München 1888, 86 und bei H. Gießberger, Beiträge zur Erdbebenkunde von Oberfranken. Heimatbilder a. Oberfr. 4, 1916, 87. — [2]) Annales Babenbergenses (Ex Chronographia Heimonis) Mon. Germ. Hist. Script. X, 3. — [3]) Annales S. Michaelis Babenbergensis. Mon Germ. Hist. Script. V, 10. — [4]) Annales S. Stephani Frisingenses. Mon. Germ. Hist. Script. XIII, 53. — [5]) Annales Schefftlarienses, herausgeg. v. G. Th. Rudhart. In: Quellen und Erörterungen zur bayer. und deutsch. Gesch. München 1856, 374. — [6]) Ekkehardi Chronicon. Mon. Germ. Hist. Script. VI, 252. Annalista Saxo. Mon. Germ. Hist. Script. VI, 754. — [7]) Annales Brunwilarenses. Mon. Germ. Hist. Script. II, 216. — [8]) P. Trudbert Neugart, Episcopatus Constantiensis I, 2, xx. — [9]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 400. — [10]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vñ Plagen Gottes / als Feuwersnot / Wasserfluten / Erdbidmen usf. Pfortzheym 1559, 41. — [11]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundl. Ber. Basel 1578, 50. Vgl. a. Dresdener Gel. Anz. a. d. Jahr 1756, Sp. 22. — [12]) M. E. Bertrand, Mémoires histor. et phys. sur les tremblements de terre. La Haye 1757, 31.

„Tremblement de terre en Lombardie. Ce même tremblement fut violent en Suisse, et s'étendit presque dans tout l'Europe.“ [1])

„Terrae motus magnus factus est III. Non. Jan. hora vespertina, tonitrua terribilia valde III. kal. Febr. cum grandi turbine sunt audita. In Leodio [Lüttich?] civitate Lotharingiae in vigilia ascensionis Domini cum universus Clerus decem Congregationum intra majorem Ecclesiam ex more convenisset, subito serenissimus aer in turbinem versus tanta simul tonitrua terribiliter et fulgura cum sulphureis ignibus excussit, ut extremam diem instare putaretur, duobus clericis et uno milite in Ecclesia absumptis, quindecima dehinc die ex vicino quodam ejusdem Episcopii monte, exquo nunquam aqua praeter pluviam visa est, fluvius ingens erupit, qui non modicam civitatis partem diluens cum maximo Leodiensium damno Trajectensium se finibus infundit.“ [2])

„Die Jahre 1117 und 1118 sind wegen schrecklicher Erdbeben und Überschwemmungen merkwürdig. Am stärksten in Italien, doch auch empfindlich genug in Teutschland, erbebte am 3. Januar 1117 der Erdboden, daß hohe Gebäude und Thürme in Städten und Dörfern zusammenfielen.“ [3])

„Vom 3. Jäner Nachts (1117) bis zum 4. Abends erbebte die Erde in heftigen Stössen, daß die Gebirge erzitterten, Felsen donnernd in die Thäler stürzten und die Wände der Bergseen brachen. [Berchtesgaden.]“ [4])

„Im Jahre 1117 war ein so gewaltiges Erdbeben [in Baiern], daß Thürme, Schlößer, Kirchen zusammenstürzten.“ [5])

„Im Jahre 1116 oder im nächsten Jahre, denn die Zahl der Chroniken theilt sich hierüber fast in zwey gleiche Hälften, gab es am zweyten oder dritten Januar ein Erdbeben in Teutschland, besonders aber auch in der Lombardey, durch welches viele Castelle und Klöster in Trümmer giengen. Am 3. Januar litt auch das Kloster Zwiefalten sehr durch ein Erdbeben, das sich gegen Abend einstellte, und zu Constanz soll man seit jener Katastrophe, von einigen Glocken-Thürmen aus das Castell von Mörsburg gesehen haben, was früher nicht gewesen sey. Crusius.“ [6])

„1117, 3. Jänner, erschütterte ein Erdbeben die ganze Stadt Bamberg, und vorzüglich die Kirche des Klosters Michelsberg fast bis zum Einsturz.“ [7])

„Das Erdbeben am 3. Januar 1117 richtete bedeutenden Schaden an; in Schwaben öffneten sich an mehreren Orten gewaltige Erdspalten, mehrere Burgen und viele andere Gebäude wurden zerstört, hie und da erhob sich auch der Boden und vom Schlosse in Mörsburg erblickte man seitdem den vorher nie gesehenen Kirchturm zu Constanz.“ [8])

„Kloster St. Michael 1117 durch ein Erdbeben zerstört und von Otto wieder aufgebaut usw.“ [9])

---

[1]) Guéneau de Montbeillard, Liste chronologique des Éruptions de Volcans, des tremblements de terre etc. Collection Académique, Dijon et Paris 1761, 521. — [2]) J. Staindelii Presbyteri Patavensis Chronicon Generale. Rer. Boic. Script. Augsbg. 1763, 1, 489. — [3]) C. Th. Gemeiner, Reichsstadt Regensburgische Chronik 1, Regensburg 1800, 211. — [4]) J. E. v. Koch-Sternfeld, Gesch. des Fürstenthums Berchtesgaden und seiner Salzwerke 1, Salzburg 1815, 41. Kochs Quelle: Chronic. Ursperg. ad ann. 1117. — [5]) Bauernzeitung aus Frauendorf 2, 1820, 408. — [6]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 232 u. f. — [7]) H. J. Jäck, Bambergische Jahrbücher vom Jahre 741—1829. Bamberg 1829, 33. Vgl. a. J. G. Hentze, Vers. ü. d. ältere Gesch. des fränk. Kreises insbes. des Fürstenthums Bayreuth. Bayreuth 1788, 6. Ludwigs Scriptores Rerum Bambergensium I, 100 und 454. — [8]) K. Pfaff. Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse usw. Württemberg. Jahrbücher für vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 87 u. f. — [9]) Alt-Bamberg. Bamberg 1885, 68.

„Das Jahr 1117 nahm an vielen Orten einen erschreckenden Anfang. Am Abend des 3. Januar entstand ein fürchterliches Erdbeben, das mehrere Tage andauerte und namentlich in Oberitalien entsetzliche Verheerungen hervorbrachte.

Mit der an vielen Orten bebenden Erde hatte ganz besonders auch unser Kloster Michelsberg zu beben. Die Klosterkirche hatte schon seit längerer Zeit Risse; der große Schlußstein am Gewölbe des Chors löste sich ab und das ganze Kloster drohte einzustürzen, sodaß alle Mönche voll Entsetzen flüchteten."[1])

„1117, 3. Januar, in Oberitalien, Süddeutschland und Schweiz."[2])

„. . . . Stelle aus der Broschüre von M. Schmidhammer (Die Gründung des Stiftes Berchtesgaden. Berchtesgaden 1898, 20) aus dem Libellus vetustissimus perthersgadensis saeculi XII: Brausende Orkane entwurzelten Bäume, die Erde bebte, die Felsen stürzten donnernd in die Täler, die Bergseen durchbrachen die Wände (vom 3. nachts bis 4. Januar abends 1117). Diese Schreckensereignisse machten die an der Gründung des Stiftes Berchtesgaden tätigen Mönche erst ganz mutlos. Sie verlangten wieder auf die freundliche Baumburg zurück."[3])

„1117. Heftige Erdbeben in Berchtesgaden und sonst in Deutschland."[4])

„Den 27. Dezember [1117] spürte man innerhalb 24 Stunden zweymal, einmal bey Tag und das andere mal bey Nacht, ein weit verbreitetes, sehr verheerendes Erdbeben. Onsorg. Chron. Bavar."[5])

1124.

„Am 25. Aug. 1124 starker Hagel in Böhmen (Lupacz.) und ein erschreckliches Erdbeben in Steyermark (Chron. Admont.)."[6])

1128.

„Tremblement de terre en Suisse et ailleurs pendant quarante jours; les secousses revenaient par intervalles; grand nombre de maisons furent ébranlées."[7])

1138.

G. I, 88. — R. III, 32.

„An diesem Tage [5. Juni] vnder der Regierung deß Keysers Lotharij ist die Statt Würtzburg zwantzig mal durch ein Erdbidem erschottert worden vnnd seind durch Hagel, Sturmwind vnd Vngewitter die Menschen vnd Viehe sehr beschädiget worden."[8])

---

[1]) A. Lahner, Die ehemal. Benediktiner-Abtei Michelsberg zu Bamberg. Bamberg 1889, 57 u. f. (Ersch. i. 51. Ber. ü. Bestand u. Wirken d. hist. Ver. z. Bamberg f. d. J. 1889). Vgl. a. die dort angeg. Quellen. Ferner: A. Köberlin, Zur histor. Gestaltung des Landschaftsbildes um Bamberg. Wiss. Beil. z. d. Jahresber. d. Neuen Gymnas. i. Bamberg. Bamberg 1893, 2. — [2]) H. Commenda, Erdbeben und Erdbebennachrichten aus Oberösterreich. „Erdbebenwarte" 6, 1906/07, 41. — [3]) Frz. Mayer, Geolog.-mineralog. Untersuchungen im Berchtesgadener Land. Geognost. Jahreshefte 25, 1912, 147. — [4]) Ex donat. Molliana (Sammelheft des bekannten Frhrn. v. Moll), Cod. germ. 6116, Moll. 301 der Staatsbibliothek in München. Über v. Moll vgl. die Würdigung, die ihm v. Gümbel in der Allg. Deutschen Biographie 22, 1885, 111 zuteil werden läßt. — [5]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 233. — [6]) Ebenda 235. — [7]) Guéneau de Montbeillard, Liste chronolog. des Éruptions de Volcans, des tremblements d. t. etc. Dijon et Paris 1761, 521. — [8]) A. Saur, Calendarium historicum. Frankf. a. M. 1594, 320.

1146.

G. I, 88.

„Zu Meintz entstehet ein erschröcklich Erdbeben; das kommt 15 mal nach einander.“ [1])

„En mille-cent-quarante & six, il y eut en Suisse & dans presque toute l'Europe un tremblement de terre, plus ou moins violent, selon les lieux.“ [2])

„Tremblement de terre presque universel dans tout l'Europe, mais plus ou moins violent selon les lieux; il y en eut quinze secousses à Mayence.“ [3])

„Im Jahr 1146 gab es anhaltende Erdbeben in Teutschland, Mainz wurde 15 mal erschüttert. Cont. M. Scot. Trith.“ [4])

„1146, wo man in Deutschland, besonders am Rhein, 15 Erdstöße nacheinander spürte . . . .“ [5])

1152.

„Am 28. Oktob. gab es ein Erdbeben in Steyermark. (Chron. Admont.).“ [6])

1156.

„In Teutschland ereugnen sich Erdbeben.“ [7])

1161.

„Factus est terremotus Calend. Januarij in pago Constantino castro sancti Laudi circa horam primam.“ [8])

1166.

„Am 26. Januar ereignete sich um Mitternacht ein Erdbeben zu Cölln. Godefr.“ [9])

1170.

„Terremotus maximi et ingens aquarum inundatio per Germaniam facta.“ [10])

„Grosse Erdbidem vnd Wasserflüß sind in Teutschland. Funcc.“ [11])

„So lieset man bey Janus Cedrenus, beym Münster, beym Crusius und andern: daß 1170 großer Schade [durch Erdbeben] in ganz Deutschland geschehen.“ [12])

„En mille-cent-soixante & dix, un affreux tremblement fit perir beaucoup de monde en Sicile. Plusieurs villes d'Allemagne furent fort ébranlées. Il causa quelque dommage en Suisse.“ [13])

„Im Jahr 1170 gab es wieder Erdbeben in Sizilien und Syrien. Auch in Teutschland ereigneten sich Erdbeben.“ [14])

---

[1]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. von den Erdbeben. Nürnberg 1616, 81. — [2]) M. E. Bertrand, Mémoires histor. et phys. sur les trembl. d. t. La Haye 1757, 32. — [3]) Guéneau de Montbeillard, Liste chronolog. d. Érupt. de Volcans, des tremblements d. t. etc. Dijon et Paris 1761, 522. — [4]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 240. — [5]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkwürdige Naturereignisse u. s. w. Württemberg. Jahrbüch. für vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 88. — [6]) F. Schnurrer, Chr. d. S. Tüb. 1823/25, 243. — [7]) M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnbg. 1616, 82. — [8]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 415. — [9]) F. Schnurrer, Chronik d. S. Tübgn. 1823/25, 247. — [10]) C. Lycosthenes S. 419. Vgl. Fußn. 8. — [11]) J. H. Ragor, Von d. Erdbidem ein grundl. Ber. Basel 1578, 51. — [12]) W. L. Gräfenhahn, Physikal. Gedanken v. d. Entstehung der Erdbeben. Bayreuth und Hof 1756, 7. — [13]) M. E. Bertrand, Mémoires histor. et phys. sur les trembl. d. t. La Haye 1757, 32. — [14]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 248.

„1170 terrae motus in Stiria et circa maritima (anderweitige Angaben lassen vermuten, daß sich dieses Beben auch über die Alpen hinaus nach Böhmen und Deutschland fühlbar machte).“[1])

„1170 Erdbeben in Lindau.“[2])

1183.

„Terrae motus 2. Kal. Maii prima vigilia noctis factus est.“[3])

„Terrae motus accidit II. kal. Maji.“[4])

„Tremblement de terre presque universel, s'étendit jusques dans la Suisse.“[5])

„Den 30. April 1183 gab es ein Erdbeben in Österreich. Chron. Salib. Paltram.“[6])

„Gerhard, 7. Propst, Jahr 1201. Er wurde aus einem andern Chorstifte nach Berchtesgaden gewählt; verließ aber in demselben Jahre, das wie jenes von 1183 durch gewaltige Erdbeben bezeichnet wurde, die Propstey wieder.“[7])

„3. bis 4. Januar 1183 heftige Erdbeben in Berchtesgaden und sonst in Deutschland.“[8])

1189.

„Eodem anno in nocte assumptionis sancte Marie terre motus factus est magnus.“[9])

1197. [?]

„Am 7. May war ein groß Erdbeben / so Häuser vnd Kirchen vmbwarff.“[10])

„Bald nach dem Tode Heinrichs [1197, 28. Sept.] gab es ein sehr starkes Erdbeben, welches ganze Städte und Dörfer niederstürzte und an manchen Orten, zum Beyspiel im Salzburgischen (im Lungau) sechs Monate lang gespürt wurde. Aventin. Chron. p. 459.“[11])

1198.

G. I, 88. — R. III, 4.

„Terrae tremor 4. nonas Maij, orbem terrarum afflixit urbes, casas, edes, templa subvertit. Apud Longionas, pagum Boiariae, qui, cum Hercinio iugo ad Bohemiam pertinet, annum et sex menses continuatus est, incole relictis aedificijs, sub dio atque Jove frigido manere coacti sunt.“[12])

„Den 4. Maij 1198 Jar ist ein groß Erdbiden weit und breit durch alle Lande gewesen und hat lang gewehrt also, daß die Leut sich auß den Häusern allenthalben auffs Feldt und in die Wälder begeben.[13])

---

[1]) P. v. Radics, Chronolog. Übers. der Wiener Erdbeben, „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 120. — [2]) Gesch. der Stadt Lindau i. Bodensee 2, 1909, 278. — [3]) Annal. S. Stephani Frisingenses. Mon. Germ. Hist. Script. XIII, 54. — [4]) Hermanni Abbatis Altahensis Annales. Rer. Boic. Script. I, Augsburg 1763, 663. — [5]) Guéneau de M., Liste chronol. des Éruptions de Volcans etc. Dijon et Paris 1761, 523. — [6]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 254. — [7]) J. E. v. Koch-Sternfeld, Gesch. des Fürstenth. Berchtesgaden u. s. Salzwerke 1, Salzburg 1815, 89. — [8]) Ex donat. Molliana. Cod. Germ. 6116. Moll. 301. Staatsbibl. München. — [9]) Ann. Scheftlarienses, herausgeg. von G. Th. Rudhart. In: Quellen und Erörterungen zur bayer. und deutsch. Gesch. München 1856, 378. — [10]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. v. d. Erdbeben. Nürnbg. 1616, 82. — [11]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 261. — [12]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 427. — [13]) Schreibkalender d. J. 1606 durch M. Georgium Fridericum Caesium Rothenburgensem. Fürstl. Bibl. Maihingen.

„Anno Christi 1198 war im Mayen ein greulich Erdbeben / daß in Bayrland und Nortgau / viel Kirchen und Häuser einfielen: Im Böhmerwald hielt es so lang und hefftig an / daß die Leute bey 6 Monat nicht dorfften in ihren Häusern seyn: sondern musten sich aufs Feld: oder an veste Oerter begeben. Herolds Wunderbuch. Sachsen Keyser Chron. 4. Th.“ [1])

„1198. 4. Maij. Groß Erdbidmen in aller Welt / in Bayrn / Böhem Österreich / wehret es wol anderthalb Jar / daß Volck flohn auffs Feld / wohnete nit in Heusern / so wol im winter als im Sommer.“ [2])

5. Abschnitt.

Das 13. Jahrhundert.

1201.

„Terraemotus multis terrarum locis factus est magnus, ita ut multas urbes et Ecclesias destrueret, et mortes hominum fierent. Cepit autem idem terraemotus IIII. Non. Maji.“ [3])

„Terraemotus multis terrarum locis factus est magnus, ita ut multas urbes et Ecclesias destrueret. Incepit IIII. Non. Maji, duravit in pago, qui dicitur Longey, anno et dimidio, ita ut homines terrae illius domos suas relinquerent.“ [4])

„1201 erdbidmen in Böhem.“ [5])

„Gerhard, 7. Propst, Jahr 1201. Er wurde aus einem andern Chorstifte nach Berchtesgaden gewählt; verließ aber in demselben Jahre, das durch gewaltige Erdbeben bezeichnet wurde, die Propstey wieder.“ [6])

„Am 12. Mai 1201 gab es heftige Erdstöße.“ [7])

„1201 heftige Erdbeben in Berchtesgaden und sonst in Deutschland.“ [8])

„Das am 4. Mai [1201] „circa horam nonam“ (d. i. die Zeit von 2—3^h p.) von Obersteiermark und dem angrenzenden Salzburg aus über einen großen Teil Osterreichs verbreitete Erdbeben dürfte nach Stärke seiner Wirkung sicher das östl. Tirol berührt haben, wenn auch sein Erschütterungsgebiet mehr nach Westen (Bayern) und Norden (Böhmen, Polen) sich erstreckt hat.“ [9])

1202.

„IIII. Non. Mai [4. Mai] factus est terre motus magnus. (Annal. S. Rudberti bei Pertz XI, 779 zum Jahre 1201).“ [10])

---

[1]) Terra tremens v. M. P. S. A. C. Nürnbg. 1670 o. S. — [2]) J. Rasch, Erdbidem-Chronik. Wien 1591 o. S. — [3]) Hermanni Abbatis Altahensis Annales. Rer. Boic. Script. I, Augsburg 1763, 665. — [4]) J. Staindelii Presbyteri Patav. Chronicon Generale. Rer. Boic. Script. I, Augsburg 1763, 499. — [5]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vñ Plagen Gottes / als Feuwersnot / Erdbidmen etc. Pfortzheym 1559, 42. — [6]) J. E. v. Koch-Sternfeld, Gesch. d. Fürstenth. Berchtesgaden u. s. Salzwerke 1, Salzburg 1815, 89. — [7]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkw. Naturereignisse usf. Württemberg. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usw. 1850. Stuttg. 1851, 90. — [8]) Ex donat. Molliana. Cod. germ. 6116, Moll. 301. Staatsbibl. München. — [9]) J. Schorn, D. Erdb. v. Tirol u. Vorarlberg. Ferd.-Ztschr. 3. F. 46. H. 1902, 110. — [10]) Annales Schefftlarienses, herausg. v. G. Th. Rudhart. In: Quellen und Erört. z. bay. u. deutsch. Gesch. München 1856, 379. Die Angabe der Jahrbücher von Sch. bezieht sich wohl auf das Jahr 1201.

G. I, 88. **1212.**

„En Bavière secousses pendant six mois (Centuriae Magdeburg., III, p. 630).“ [1])
„1212, 25. Dezember, ein Erdbeben in Oberitalien, Tirol, Deutschland.“ [2])

1215.

„Am 28. August 1215 spürte man Erdstöße.“ [3])

1221.

G. I, 88. [Bezieht sich wahrscheinlich aufs folgende Jahr.]

1222.

„Anno Christi 1222 ist ein sehr großes Erdbidem / so wol in Teutschland als ander Orten gewesen. Trith. Calvisius p. 799.“ [4])

„Ao. 1222 haben die steten Erdbeben / indem daß sie zwey Wochen manchen Tag etliche Orther zweymahl beweget / in Cypern / Italien / Langobardia / und auch zu Cölln am Rhein grossen Schaden gethan.“ [5])

„Zu Cölln gab es am 11. Januar 1222 ein starkes Erdbeben. Godefr.“ [6])

1223.

„Factus est terremotus magnus VIII. Kal. Jan. [25. Dez.] vnde quedam civitates in Longobardia site mirabiliter (so die Handschrift statt miserabiliter) perierunt.“ [7]) [Bezieht sich wohl aufs vorausgehende Jahr.]

1226.

„Im Jahr 1226 versank die Stadt Brixen durch ein Erdbeben.“ [8])

1228.

„1228 war umb Nürnberg ein starckes Erdbeben geweßen.“ [9])

„1228. Iß umb Nürnberg nach einem starcken Erdbeben ein großes Wetter mit einem starcken Hagel geweßen.“ [10])

1229. [?]

„In demselben Jahre [1229] spürte man ein Erdbeben in Böhmen.“ [11])

---

[1]) A. Perrey, Mémoire sur les tremblements d. t. dans le bassin du Danube. Annales des sciences physiques et naturelles etc. 9, 1846, 338. — [2]) A. Bittner, Beitr. z. Kenntnis d. Erdbebens v. Belluno v. 29. Juni 1873. Sitz.-Ber. der math.-naturw. Kl. der Wiener Akad. d. Wiss. 69, 2. Abt., 1874, 602. — [3]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usw. Württemberg. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usf. 1850. Stuttg. 1851, 90. — [4]) Terra tremens von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670 o. S. — [5]) Unglücks-Chronica. Hamburg 1692 o. S. — [6]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 272. Vgl. zum Jahr 1222 auch J. Schorn, D. Erdb. v. Tirol u. Vorarlberg. Ferd.-Ztschr. 3. F. 46. H. 1902, 111 u. f. — [7]) Ann. Schefftlarienses, herausg. v. G. Th. Rudhart. In: Quell. u. Erört. z. bay. u. deutsch. Gesch. Mchn. 1856, 380. — [8]) M. J. A. W., Chronica od. Sammlg. alt. u. neu. Nachr. v. d. merkw. Erdb. Frankf. a. M. 1756, 27. Vgl. d. J. 1225 b. Lycosthenes; ferner: J. Schorn, D. Erdb. v. Tirol u. Vorarlbg. S. 113, Jahr 1226. — [9]) Erdb. in und umb Nürnberg. Hdschr. Nr. 289 d. Kreisarchivs Nürnberg, S. 75. Vgl. d. Fußnote zum Jahre 460. — [10]) Donner, Bliz, Hagel, ungestimme Wind u. starcke Wetter umb Nürnberg. Namenlose Hdschr. Nr. 289 d. Kreisarchivs Nürnberg, S. 4. Vom gleichen Unbekannten wie die Handschr. in Fußnote 9, daher nur mit Vorsicht zu verwenden. — [11]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuch. Tüb. 1823/25, 282. Dessen Quelle: Lubienizski. Vielleicht handelt es sich bei 1228 und 1229 um das gleiche Ereignis. Guéneau d. M. erwähnt für das Jahr 1230 ein böhm. Erdb. (S. 525).

1231.

„Violents tremblements par toutes les Alpes pendant un mois; les eaux des fontaines se troublèrent et prirent un mauvais goût.“ [1])

1236.

„Hoc anno terrae motus factus est 16. Kal. Octob.“ [2])

1237.

„Terremotus in quibusdam locis factus est XV. Kal. Octob. ante solis ortum.“ [3])

„XVI. Kalendas Octobris terre motus factus est.“ [4])

1245.

„12. Januar: In Franken während eines Erdbebens heftiger Gewittersturm. Trith.“ [5])

1248.

„III. Id. Febr. noctu terraemotus.“ [6])

„Am 11. April 1248 gab es ein starkes Erdbeben, welches besonders auch in Bayern bemerkt wurde.“ [7])

1258.

„Entstund in Polen ein Erdbeben. Crom.“ [8])

1260.

„Auch in Österreich gab es einesmals bey Nacht ein Erdbeben. Chron. Claustr. Zwetl.“ [9])

1265.

„Zu gleicher Zeit hat sich auch ein grosses Erdbeben zum zweytenmaal erhoben, wie wir in einem alten Chronico St. Blasii lesen: Arnoldus II. bonus et fidelis pater familias, abb. XVI. Sub hoc A. 1265, 6. Kal. Apr. factus est terrae motus hora tertia. Item 13. Kal. Junii factus est magnus terrae motus hora matutinali, secutaque est eclipsis solis post meridiem.“ [10])

1267.

„Tunc etiam in priori Dominica factus est terraemotus magnus, ita ut in multis locis ruinam aedificia paterentur, praecipue castrum Chindberg corruit.“ [11])

---

[1]) Guéneau d. M., Liste chronol. des Éruptions de Volcans, des tremblem. d. t. etc. Dijon u. Paris 1761, 654. — [2]) Ann. S. Steph. Frisingens. Mon. Germ. Hist. Script. XIII, 56. — [3]) Ann. Schefftlariens. v. G. Th. Rudhart, Mchn. 1856, 388. — [4]) Breve Chronicon Diessense ex membranis vetustis Diessensibus. Rer. Boic. Script. II, Augsburg 1763, 701. 1236 und 1237: Anscheinend dasselbe Ereignis. — [5]) R. Hennig, Katalog bemerkenswert. Witterungsereignisse v. d. ältesten Zeiten bis zum Jahre 1800. Abh. d. k. preuß. meteorol. Inst. 2, 1904, Nr. 4, S. 25. Trith. = Trithemius, Johannes († 1516), Annal. d. Klost. Hirschau, 2. Bde. Bei Pilgram. K. Pfaff schreibt auf S. 91 seines schon oft angeführten Werkes: „1245—1248 aber spürte man häufige Erdstöße, welche bei einem heftigen Gewitter und Sturmwind am 12. Januar 1245 begannen.“ — [6]) Hermanni Abbatis Altahensis Annales. Rer. Boic. Script. 1, Augsbg. 1763, 674. — [7]) F. Schnurrer, Chronik d. Seuch. Tübg. 1823/25, 287. — [8]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. v. d. Erdb. Nürnbg. 1616, 87. — [9]) F. Schnurrer, Chronik d. Seuchen. Tübingen 1823/25, 290. — [10]) Joh. Ulr. Steinhofer, Neue Wirtenberg. Chronik 2, Tübingen 1746, 151. — [11]) J. Staindelii Presbyteri Patav. Chronicon Generale. Rer. Boic. Script. Augsburg 1763, 1, 509. — Hermanni Abbatis Altahensis Annales. Rer. Boic. Script. Augsbg. 1763, 1, 683.

„Am 1. Mai 1267 um 5 Uhr Morgens erschütterte ein Erdbeben Steiermark, wobey das Schloß Chynberg zusammenstürzte. Annal. Leob.“ [1])

1277.

„Am vj [VI?] tag Brachmonats / vnnd die nechsten 14 tag darnach erzeigten sich zwölff grosser erdbidem. Stumpff, von der Statt Costantz fol. 58.“ [2])

„1277, 27. May. 12 groß Erdbiden zu Costnitz am Podensee / in 14 Tagen nacheinander / auch schier durch gantz Teutschlandt.“ [3])

„Ganz Deutschland erschüttert.“ [4])

„1277 starkes Erdbeben in der Pfalz.“ [5])

1280.

„Darauf ergossen sich von Zeit zu Zeit, indem die Kräfte der Natur durch die Erschütterung geschwächt worden zu seyn schienen, schreckliche Überschwemmungen.“ [6])

„Im Winter 1280—1281 fiel sehr viel Schnee, welcher bis Georgii 1281 liegen blieb; auch spürte man in mehreren Gegenden Deutschlands Erdbeben.“ [7])

1281.

„An mehreren Orten Teutschlands gab es bedeutende Erdbeben. Mutius.“ [8])

„18. Mai 1281 Neustadt a. H.“ [9])

1284.

„Anno Christi 1284. Seynd in Teutschland an verschieden Orten / grosse Erdbidem und Sturmwind gewesen / die viel Gebäu eingeworffen. H. Mutius in Chronico de Germ. Orig. Lib. 21, pag. 219.“ [10])

1289.

G. I, 88.

„Am Rhein und überhaupt in teutschen Ländern gab es i. J. 1289 ein solches Erdbeben, daß das, was vom Straßburger Münster gebaut war, wieder zusammenzustürzen drohte. Königshofer.“ [11])

„Nach einem starken Erdbeben kam 1289 ein Winter, welcher an Milde alle früheren übertraf.“ [12])

---

[1]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuch. Tübg. 1823/25, 293. — [2]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundlicher Bericht. Basel 1578, 52. — [3]) J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591 o. S. — [4]) W. L. Gräfenhahn, Physikal. Gedanken von der Entstehung der Erdbeben. Bayreuth u. Hof 1756, 7. Vgl. zum J. 1277 a.: P. v. Radics, Chronolog. Übersicht d. Wiener Erdbeben, „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 119. „Zwei große Erdbeben zu Costnitz“ nicht zwölf. Zum folgenden Jahr (1278) bemerkt C. Th. Gemeiner in seiner Reichsstadt Regensburgischen Chronik 1, Regensbg. 1800, 412: „Eine Salzburgische Chronik erzählt, daß zur Zeit, als viele Städte bei starken Erderschütterungen verunglückten, auch in Bayern Häuser und Gebäude von heftigen Sturmwinden zusammengestürzt und zu Boden geworfen worden seyen.“ Ob für Bayern ein Beben in Betracht kommt, ist fraglich. — [5]) C. Botzong, Über d. Erdb. Südwestdeutschl., insbes. ü. d. d. Pfalz. S.A. a. d. Pfälz. Heimatkunde 8, 1912, 75. — [6]) C. Th. Gemeiner, Reichsstadt Regensburgische Chronik 1, Regensburg 1800, 413. — [7]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkw. Naturereignisse usw. Württ. Jahrbücher f. vaterl. Gesch., Geogr., Statist. u. Topogr. 1850. Stuttg. 1851, 92. — [8]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuchen. Tübingen 1823/25, 296. — [9]) C. Botzong, Ü. d. Erdb. Südwestdeutschl. usw. 8, 1912, 75. — [10]) Terra tremens von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670 o. S. Die Bebenereignisse der Jahre 1280, 1281 und 1284 sind möglicherweise einerlei. — [11]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuch. Tübgn. 1823/25, 299. — [12]) K. Pfaff usf., wie in Fußnote 7.

1290.

„Tremblement de terre presque universel, la Suisse n'en fut pas exempté.“[1])

1294.

„Terraemotus factus in Turonensi civitate in meridie in octava Augusti, qui Ecclesiam et castrum evertebat.“[2])

1295.

R. II, 33.

„III. Non. Septembris terre motus factus est magnus.“[3])

„Nach Christi geburt 1295 ward zu Costnitz am Bodensee ein erdbidmen / am dritten Septembris / deß tags neunzehnmal auffeinander / vnnd ein zeitlang hernach schier alle tag.“[4])

„Auff Sambstag vor vnser Frawen Geburtstag erreget sich ein erschrockenlicher erdbidem zu Costanź / des tags 19 mal auffeinander vnd ein zeitlang hernach schier alle tag.“[5])

„In dem Jahre 1295 hatte man ein grosses Erdbeben, davon in dem Bistum Chur viele Thürme eingefallen und verschiedene Städte darniedergeworfen worden. Es geschahe 3. non. Sept., wie uns das Chronicon S. Blasii berichtet.“[6])

„Erdbeben in Lindau.“[7])

1299.

„Erdbeben in Deutschland.“[8])

1300.

Der Weltpriester und Humanist Simon Lusatius, der vom Jahre 1528—1534 die Gastfreundschaft im ehemaligen Augustiner-Chorherrnstift Beuerberg im Loisachtal genoß, hat in seiner handschriftlich hinterlassenen Geschichte der Klosterpröpste auch eine Übersicht über Naturereignisse gegeben. Daraus stammt diese auf das Jahr 1300 bezügliche Aufzeichnung:

„Cometes exortus animos hominum exterruit, praeterea plerisque in locis aedificia terrae motu quassata corruerunt.“

Ob es sich um eine Erderschütterung in Bayern handelt, ist aus dem Zusammenhange nicht zu ersehen.

---

[1]) Guéneau de Montbeillard, Liste chronolog. des Éruptions de Volcans etc. Dijon und Paris 1761, 527. — [2]) Udalrici Onsorgii Chronicon Bavariae. Rer. Boic. Script. Augsburg 1763, 1, 363. — [3]) Breve Chronicon Diessense ex membranis vetustis Diessensibus. Rer. Boic. Script. II, Augsbg. 1763, 701. [4]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vnd Plagen Gottes / als Feuwersnot / Wasserfluten / Windgestürm / Erdbidmen usf. Pfortzheim 1559, 42. — [5]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundlicher Bericht. Basel 1578, 52. — [6]) Joh. Ulr. Steinhofer, Neue Wirtenberg. Chronik 2, Tübingen 1746, 195. — [7]) Gesch. der Stadt Lindau i. Bodensee 2, 1909, 278. Vgl. zum J. 1295 auch J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591 o. S. „Samstags 4. Sept. grosser langwähriger Erdbiden zu Costnitz vnnd Chur / 19 mal eines tags“. Dann: M. Bernhertz S. 88 und K. Pfaff S. 92. Ferner: R. Langenbeck, Die Erdbebenerscheinungen i. d. Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichslanden Elsaß-Lothringen 1, 1892, 11 u. f. J. Schorn, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Ferd.-Zeitschr. 3. F. 46. H. 1902, 114 u. f. — [8]) Chronologische Tabellen IIII, 5, Nr. 84 Fürstl. Öttingen-Wallerst. Bibl. in Maihingen.

6. Abschnitt.

Das 14. Jahrhundert.

1301.

„Erdbeben in Lindau.“ [1])

1322.

„In ipsis Iunij Calendis factus est in Germania terribilis terraemotus.“ [2])
„1322, 27. May Erdbiden in Teutschland.“ [3])

1323.

„Zu Lüneburg bemerkte man ein Erdbeben.“ [4])

1329.

G. I, 88. — R. I, 183.

Vgl. S. Günther, Das bayerisch-böhmische Erdbeben vom Jahre 1329. Im 17. Jahresbericht der Geograph. Ges. in München für 1896 und 1897. München 1898, 76 u. f.

1338.

„1338 Erdbeben in Baiern.“ [5])

1343.

„1343 war eine große Hiz alhier zu Nürnberg geweßen, darauf ein großes Erdbeben gefolget, welches umb die Statt herumb großen Schaden gethan hat.“ [6])

„Infolge eines Erdbebens stürzten 1343 mehrere Häuser in Nürnberg ein.“ [7])

1344.

„1344. Um Pauly Bekehrungstag ist alhier umb Nürnberg herumb und anderen umbliegenden Orthen ein großes Erdbeben entstanden, welches schöne wohlerbaute Schlößer und Häuser sambt andern gebäuen eingeworfen hat.“ [8])

1345.

Terremotus ingens in die conversionis Pauli Germaniam quassavit, pagi et arces multae corruere.“ [9])

„1345 erschüttert ein erdbidmen Italiam vnd Teutschland dermassen / daz etliche Stett vnd vesten darvon eynfielen. Solches geschah allermeist in den Alpen vnd am Mör.“ [10])

„An S. Paulus bekerung tag ist ein grosser Erdbidem in Teutschem land: viel Schlösser sind zu grund gangen. Funccius.“ [11])

---

[1]) Gesch. der Stadt Lindau im Bodensee 2, 1909, 278. — [2]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 453. — [3]) J. Rasch, Erdbidem-Chron. nach Art eines Calenders. Wien 1591 o. S. — [4]) F. Schnurrer, Chron. der Seuchen. Tübingen 1823/25, 313. — [5]) Bauernzeitung aus Frauendorf 2, 1820, 408. — [6]) Erdbeben in und umb Nürnberg. Namenlose Handschrift Nr. 289 (S. 75) des Kreisarchivs Nürnberg. — [7]) F. Marx, Fürth in Vergangenheit und Gegenwart. Fürth 1887 281. — [8]) Erdbeben in und umb Nürnberg. Namenl. Handschr. Nr. 289 (S. 75) d. Kreisarch. Nürnbg. Vgl. die Anm. z. J. 460. — [9]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 458. — [10]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vnd Plagen Gottes usf. Pfortzheym 1559, 42. — [11]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundl. Bericht. Basel 1578, 53.

„1345, 25. Januar. Groß Erdbiden in Teutschlandt, vil Schlösser vnd Dörffer werden verwüstet.“ [1])

1346.

„En 1346 l'Allemagne fut secouée d'un terrible Tremblement de Terre, qui bouleversa quantité de Villages et même des Villes, et il fut accompagné de plusieurs circonstances remarquables.“ [2])

„25. Janvier [1346], tremblement de terre très-considérable en Allemagne où plusieurs Châteaux et plusieurs Villages furent renversés.“ [3])

„1346. Erdbiden wirfft zu Basel vil Gebew in den Rhein.“ [4])

1347.

„1347. Ist widerumb zu Nürnberg ein Erdbeben geweßen, welches ziemblich großen Schaden gethan hat.“ [5])

„1347 Erdbeben in Baiern.“ [6])

„1347 (?) in Oberbayern.“ [7])

1348.

G. I, 89. — R. I, 183. — R. II, 33 u. f. — G. II, 4. — R. III, 4 u. 32. — G. u. R. 631 u. f.

„Anno Domini 1348, in die conversionis sancti Pauli apostoli, sole lucescente et claro existente usque post pulsum vesperarum, statim die facto nubilo, est factus terre motus tantus, qui a passione Christi nunquam auditus vel visus est aut fuit. Vidimus* domos altas et muratas pariter et ecclesias se fortissime moventes et vitra** propter motum sonos maximos facientes, ligna silvestria et stancia in terra se in vicem concuciencia, fluxus versos aquarum errantes et extra littora sua propter motum terre exeuntes, et aquas limpidissimas vidimus turbidas et homines hac hora quasi amentes capita dolentes, euntes in via errantes, stantes stare non valentes. Audivimus insuper ob motum talem campanulas in ecclesiis dependentes se pulsantes.“ [8])

* „sic nanque scribit qui vidit haec omnia, ut creditur add. Chron.“

** „vitra fenestralia Chron.“

„Sequenti anno 1348 quo terribilissimus post hominum memoriam terrae motus in festo Conversionis S. Pauli accidit et lues orbi exitialis secuta est.“ [9])

---

[1]) J. Rasch, Erdbidem-Chronic nach Art eines Calend. Wien 1591 o. S. Ähnlich lauten die Berichte in: Terra tremens v. M. P. S. A. C. Nürnberg 1670 o. S. Unglücks-Chronica Vieler Grauhsamer und erschrecklicher Erdbeben. Hamburg 1692 o. S. — [2]) Histoire des anciennes revolutions du globe terrestre. Avec une relation chronologique et historique des tremblements de terre. Amsterdam 1752, 264. — [3]) Guéneau de M., Liste chronologique des Éruptions de Volcans, des tremblements de terre etc. Dijon u. Paris 1761, 529. — [4]) J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591 o. S. Vgl. a. R. Langenbeck, Die Erdbebenersch. i. d. Oberrh. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichsl. Els.-Lothr. 1, 1892, 13. J. Schorn, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Ferd.-Ztschr. 3. F. 46. H. 1902, 116. — [5]) Erdbeben in und umb Nürnberg. Namenlose Hdschr. Nr. 289 (S. 75) des Kreisarchivs Nürnberg. Vgl. Anm. zum Jahre 460. — [6]) Bauernzeitung aus Frauendorf 2, 1820, 408. — [7]) H. Commenda, Erdbeben und Erdbebennachrichten aus Oberösterr. „Erdbebenwarte“ 6, 1906/07, 41. — [8]) Annal. S. Stephani Frisingenses. Mon. Germ. Hist. Script. XIII, 59. Am Rande obiger Nachricht steht: „Jan. 25“. — [9]) C. Meichelbeck, Chronicon Benedictoburanum I, 1753, 154.

„Anno 1348 unter Graf Friedrich zu Öttingen, Landgraf im Elsaß, wurden die meisten Gegenden in Deutschland — so auch in Schwaben — mit einem außerordentlichen Erdbeben heimgesucht, dann folgte die Pest usf." [1])

„1348. War abermahls alhier zu Nürnberg, wie auch an unterschiedlichen Orthen, ein grausames Erdbeben geweßen, daß ettliche Schlößer und schöne Gebäu umbgefallen sind." [2])

„Als die Sonne noch schien, um die Vesperzeit, wurde es gehling ganz finster und neblicht, und ein solcher Erdbiden, dergleichen von dem Leiden Christi her keiner gewesen, dan die stärkste und gemauerte Häuser haben sich stark bewegt, die Finster wurden erschüttert und klingleten, als wann man mit Stucken schosse, die Bäume haben einander bewegt und geschlagen, die Wässer liefen über und die allerhellsten Brunnen wurden trieb, die leuth wurden gleichsam närrisch, falleten auf der Straße des Wegs und die stehen wollten, konnten nit stehen, die Glocken im Turme haben sich selber bewegt und geleuthet. Bei diesem Erdbeben sind auch einige Berg eine halbe Meile weit transferiert worden und anstatt ihrer sind Wasserpfüzen entstanden, 18 Dörfer sind zerquetscht worden, in Bayern und Schwaben auch einige Städte und Schlosse ruiniert worden. An einigen Orten dauerte die Erschütterung 40 Tag. Dies war Vorbott der folgenden Seuche." [3])

Abt Hildebrand (1340—1360) von Oberelchingen schrieb auf: „Nach dem Tode Ludwigs des Bayern (11. Okt. 1347) folgten große Irrungen in der Natur. Ein gewaltiges Erdbeben erschütterte 1348 Oberitalien, Ungarn, Süddeutschland. Die Mauern von 20 Städten und Burgen in Bayern barsten und stürzten zusammen. Berge mit ihren Burgen rollten in die Tiefe und füllten sie aus. Es soll mit Unterbrechungen 8—14 Tage gedauert haben." [4])

„1348. An Pauli Bekehrung war ein heftiges Erdbeben in Schwaben, wodurch alle Schlösser umgeworfen wurden." [5])

„Il y eut trente & six villes ou châteaux qui en furent renversés dans la Hongrie, la Stirie, la Carinthie, la Bavière & la Souabe. La terre s'entr'ouvrit en divers lieux." [6])

„In demselben Jahre [1348] erschütterte um Pauli Bekehrung durch 8 Tage ein furchtbares Erdbeben die Alpenkette (Villach ward zerstört)." [7])

„1348 Erdbeben vorzüglich in Oberbaiern." [8])

„Im Jahre 1348 an Pauli Bekehrung erfolgte ein Erdbeben von unerhörter Gewalt, das über Cypern, Griechenland, Italien, die Alpentäler und den größten Teil des südlichen Deutschland seine Zerstörungen verbreitete. Berge stürzten ein. In Kärnthen wurden 30 Ortschaften und die Stadt Villach zerstört. Wo es gelinder war, schwankten die Gebäude, die Fenster und Türen klirrten und knarrten, Ströme und Bäche wurden über ihre

[1]) Wörlen, Handschriftliche Chronik der Stadt Öttingen S. 36 (Bibl. zu Maihingen). Wörlens Quelle: „Wildeisen (1670—92), Palm- und Lorbeerkranz, Dinkelsbühl". — [2]) Erdbeben in und umb Nürnberg. Namenl. Hdschr. Nr. 289 (S. 75) d. Kreisarchivs Nürnbg. Vgl. Anm. z. J. 460. — [3]) Pfarrchronik von Oberelchingen. Der Eintrag stammt a. d. Handschr. des Archivars P. Benedikt Baader, Histor. Merkwürdigkeiten von Oberelchingen (aufbewahrt v. Hist. Ver. Augsburg). — [4]) Pfarrchronik von Oberelchingen. — [5]) Handschriftl. Chronik des Joh. Matth. Metzger in Dinkelsbühl. Beyträge 1, 20. Metzger lebte von 1749—1831 und war Kaufmann, Senator und evang. Kirchenpfleger. Er schrieb 3 Bände „Beyträge" und 3 Bände „Tagebücher". Als Chronist ist er im allgemeinen zuverlässig. Mitt. des Hrn. Hauptl. J. Greiner in Dinkelsbühl. — [6]) M. E. Bertrand, Mémoires historiques et physiques sur les tremblements de terre. La Haye 1757, 34. — [7]) J. E. v. Koch-Sternfeld, Gesch. d. Fürstenth. Berchtesgaden und s. Salzwerke 2, München 1815, 18. — [8]) Bauernzeitung aus Frauendorf 2, 1820, 408.

Ufer getrieben, die Glocken in den Kirchen läuteten von selbst. In Schwaben stürzten viele Burgen ein, worunter Falkenstein, Leonberg, Strabried, Kranberg, Holenberg, Wildenstein, Rechbergstein, Rabenstein, Löwenstein und Gutenberg." [1])

„Von dem ertpidem in Kärnden ze der stat Villach, dô man zalt von Christi gepürt dreuzehnhundert jâr, dar nâch in dem acht und vierzigisten jâr an sant Paulstag als er bekêrt wart", welcher „sich raicht unz über die Tuonawe in Märhern und auf gên Paiern unz über Regenspurch und werte mê dann vierzig tag" erzählt Konr. v. Megenberg." [2])

„Von zwei großen Erdbeben in unserem Gebiete [Bamberg] wissen die mittelalterlichen Quellen zu berichten. Das eine ereignete sich am 3. Januar 1117, das andere „an sant Paulus tag bekerung" des Jahres 1348. Das letztere verzeichnet eine Nürnberger Chronik aus Kaiser Sigismunds Zeit (S. Chroniken der deutschen Städte vom 14.—16. Jahrh. 1. Bd. 1862. Herausgeg. v. Hegel und Theodor v. Kern S. 349) mit folgenden Worten: „Item anno dom. 1300 und 48 jar an sant Paulus tag bekerung, da kam der groß erpidem, der was als groß, das er an etlichen steten vesten und stet umbwarf." [3])

„1348, 25. Jenner ist in Ober-Bayern und Nordgau [Oberpfalz] starkes Erdbeben gewesen, das Kirchen und Häuser erschüttert, die Klocken von selbsten angeschlagen und Wanderer daumlent gemacht worden." [4])

„1348. Unter Bischof Gottfried war in Passau und Umgebung ein sehr heftiges Erdbeben, durch welches die Pauluskirche beschädigt und ein Anbau ans Kloster St. Nikola einstürzte." [5])

„1348, 25. Januar, um die Vesperzeit ging durch das Erdbeben von Villach der 4. Teil der Bewohner Oberbayerns zugrunde, Reichersberg allein verlor diesmal 23 Chorherrn (Pillwein, Innkreis S. 8), auch zu Lambach stark verspürt. (Vielhaber)." [6])

1349.

„1349. Ist widerumb ein großes Erdbeben alhier [Nürnberg] geweßen, welches zimblichen Schaden gethan hat." [7])

---

[1]) Chronik von Schwaben; nach Urkunden, Chroniken und zuverlässigen Geschichtswerken herausgegeben von einem Verein [Welchem?]. Gedruckt von Dorn und Heberle in Biberach 1865. — [2]) Schmeller-Frommann, Bayer. Wörterbuch 1, München 1872, 210. Das Buch der Natur von K. v. Megenberg, herausgeg. von F. Pfeiffer, Stuttg. 1861, 109. — [3]) A. Köberlin, Zur historischen Gestaltung des Landschaftsbildes um Bamberg. Wiss. Beil. z. d. Jahresber. d. N. Gymnas in Bamberg. Bambg. 1893, 2. — [4]) Das Bayerland 6, 1895, 287 u. f. — [5]) Verh. des Hist. Ver. von Niederbayern. Landshut 35, 49. — [6]) H. Commenda, Erdbeben und Erdbebennachrichten aus Oberösterr. „Erdbebenwarte" 6, 1906/7, 41. Vgl. zum Beben von 1348 noch folgende Schriften: K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usf. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usf. 1850. Stuttg. 1851, 95. J. Looshorn, D. Gesch. des Bistums Bamberg 3, München 1891, 209 u. f. Er stützt sich auf Matthias von Neuenburg in Böhmer, Fontes rerum Germanic. IV, 261. Miesbacher Anzeiger vom 1. März 1908, Nr. 51, wo der Bericht eines Klosterchronisten des ehem. Benedikt.-Stifts Weihenstephan zu finden ist. Teilweise schon abgedruckt in *R. I, 183.* Die Propyläen (Beil. z. Münchener Ztg.) 6, 1909, 793, wo über das Ereignis berichtet wird „nach der Beschreibung eines alten bayer. Historikers". Terra tremens von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670 o. S. Erwähnt u. a., daß „das Beben in Nürnberg stark empfunden" wurde. Stützt sich auf „Joh. Cluverus in Epit. Histor. pag. 615". Fugger, Spiegel der Ehren des Hauses Österreich 1555; überarbeitet von Sigm. v. Birk 1667, 3. Buch, 6. Kap. Freiburger Diözesan-Archiv. Organ des kirchl.-hist. Ver. der Erzdiözese Freiburg 17, 1885, 212. — [7]) Namenl. Handschr. Nr. 289 (S. 75) des Kreisarch. Nürnberg. Vgl. die Anm. zum J. 460.

„Anno 1349 den 10. Februar ist ein schröckliches erdbidem in Bayern und anstossenden Landen gewesen.“ [1])

„Ganz Deutschland erschüttert.“ [2])

„An Lichtmeß [1349?] gab es wieder ein Erdbeben im südlichen Teutschland. Anon. Leob. Chr. Chr. Mellic. Zwettl.“ [3])

„1349 zu merken, daß in diesem Jahr an verschiedenen Orten große Erdbeben gewesen“. [Der Berichter nennt als Orte, wo die Erschütterung verspürt wurde, Dösingen und Westendorf nordöstlich von Kaufbeuren.] [4])

1350.

„Villa cum Germanie urbs terraemotu corruit et per Pannoniam atque Italiam nonnulle civitas nutarunt, in quibus multa edificia funditus corruerunt.“ [5])

„Erdbeben ereigneten sich im Jahre 1350 in Lissabon und Basel.“ [6])

1351.

„Ganz Deutschland erschüttert.“ [7])

1353.

„1353. Um Pauly Bekehrungstag ist widerumb alhier zu Nürnberg ein großes Erdbeben geweßen, welches zimblichen Schaden gethan hat.“ [8])

1355.

„1355 den 18. Weinmonat verursachte ein erschreckliches Erdbeben großen Schaden. Ganze Häuser und Kirchen wurden umgestürzt und viele Leute kamen um das Leben. Im Bistum Konstanz allein wurden über 38 Schlösser über den Haufen geworfen.“ [9])

1356.

G. I, 89. G. u. R. 631 u. f. R. II, 33 u. f. R. III, 32.

„Eodem anno fuit iterum terraemotus in die Luciae Evangelistae in galli cantu.“ [10])

„Terraemotus magnus factus est in tota Alemania et in aliis terris, ut Basilea quasi tota destructa et plurima castra ibidem.“ [11])

„In die S. Lucae Evangelistae hora vesperarum factus est terraemotus per totam Alemaniam et in quibusdam Galliae partibus tam magnus, ut Basilea solemnis civitas quasi tota fuit destructa et complurima oppida et castra nocte eadem, civitati praedictae cir-

---

[1]) Schreibkalender d. J. 1606, calculiret und gestellt durch Joh. Bathypodamum, gedruckt in Amberg durch Mich. Forster. Vortrag unt. Historia Februarii [Bibl. Maihingen]. — [2]) W. L. Gräfenhahn, Physik. Gedanken von der Entstehung d. Erdb. Bayreuth und Hof 1756, 7. — [3]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 322. — [4]) C. Frank, Die unmittelbare Stadt und das kgl. Bezirksamt Kaufbeuren. Kaufbeuren 1899, 159. — [5]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 462. — [6]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuchen. Tüb. 1823/25, 335. — [7]) W. L. Gräfenhahn, wie unter [2]). — [8]) Namenl. Handschr. Nr. 289 (S. 76) d. Kreisarchivs Nürnberg. Vgl. die Anm. zum Jahre 460. — [9]) C. Frank, Die unmittelbare Stadt usf., wie unter [4]). Nimmt wieder Bezug auf Dösingen und Westendorf bei Kaufbeuren. Vgl. zum J. 1355 R. Langenbeck, Die Erdbebenersch. in der Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichsl. Els.-Loth. 1, 1892, 13 u. f. — [10]) Anonymi Monachi Bavari Compilatio Chronologica. Rer. Boic. Script. II, Augsburg 1763, 342. — [11]) Udalrici Onsorgii Chronicon Bavariae. Rer. Boic. Script. I, Augsburg 1763, 366.

cumjacentia per terraemotum ruerunt, fuitque ibidem per tres menses singulis noctibus terrae motus, ita quod paucissimi propter timorem in oppidis manebant."[1])

„1356, 18. Okt. 10 erschröckliche Erdbiden zu Basel vnd Straßburg nacheinander / vnd dasselbig Jar gar offt."[2])

„Am 18. Okt. 1356 Nachts 10 Uhr begann ein Erdbeben, das seinen Mittelpunkt in Basel hatte, sich bis nach Franken erstreckte, im Schwarzwald und Jura besonders stark verspürt wurde und bis zum Ende des Jahres fortdauerte, auch großen Schaden anrichtete."[3])

„Am Sanct Lucastag den 15. October wardt ain erdtpiden bey dem Rein."[4]) „Es beunruhigte auch die Bodenseegegend und Südbayern."[5])

„Erdbeben in Lindau."[6])

„1356. Ist abermals alhier zu Nürnberg und am Rhein ein Erdbeben gewesen, so großen Schaden gethan hat."[7])

„Auch bey Nürnberg wurde um Martini [1356] ein Erdbeben bemerkt. Annal. Zwettl."[8])

„18. Okt. 1356 (Basel) Speyer."[9])

„Die Mineralquelle [bei Rothenburg o. T.] soll im Jahre 1356 durch ein Erdbeben, das die Gegend und besonders die benachbarten Berge erschütterte, entstanden sein."[10])

„Die Entstehung des romantisch gelegenen Wildbades bei Rothenburg a. d. T. soll nach Dr. Joh. G. Brebiß (kurzer Ber. usf. 1709) ins Jahr 1356 fallen, wo nach dem großen Erdbeben am St. Lucastage die Quelle zum Vorschein gekommen sein soll."[11])

„Am St. Lukastage 1356 erschütterte ein Erdbeben die Stadt [Rothenburg o. T.]. Gerade dieser Erderschütterung verdankt R. seine Schwefelquelle, welche nach dem Erdbeben am Fuße des Burgberges „Essigkrug" zu Tage trat."[12])

„In Rothenburg o. T. entstand durch die Stöße ein „Wildbad" d. h. es zeigte sich eine vordem unbekannte Quelle aus der Anhydritgruppe des Muschelkalks."[13])

„Eine alte Chronik Rothenburgs [o. T.] meldet: Durch ein starkes Erdbidem 1356 die Luciae [18. Okt.] ist die damahlige Festung Rotenburg gewaltig erschüttert und durch den darbei entstandenen Brand sammt der Capellen in großen Abfall gekommen. In diesem Erdbidem ist zu Rotenburg das Schloß sammt der Burg Eßigkrug vor dem Spital stark verwüst worden durch Einfallung der Gebäu. Item die Stadtmauer vor dem Klingenthor bis zum Burgthor von da bis zum Cobolzeller Thor eingefallen, wie an den Rudera noch zu sehen. (Eisenhart 1510.)"[14])

---

[1]) J. Staindelii Presbyt. Patav. Chronicon Generale. Rer. Boic. Script. I, Augsburg 1763, 522. — [2]) J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591 o. S. — [3]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usf. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usw. 1850. Stuttg. 1851, 96. — [4]) Tiroler Chronik (Dip. 431, fol. 9) nach J. Schorn, S. 119. — [5]) J. Schorn, D. Erdb. v. Tirol und Vorarlberg. Ferd.-Ztschr. 3. F. 46. H. 1902, 120. — [6]) Gesch. d. Stadt Lindau i. Bodens. 2, 1909, 278. — [7]) Namenl. Handschr. Nr. 289 (S. 76) d. Kreisarch. Nürnberg. Vgl. d. Anm. z. J. 460. — [8]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 336. — [9]) C. Botzong, Ü. d. Erdb. Südwestdeutschlands, insbes. ü. d. d. Rheinpfalz. S.-A. a. d. Pfälz. Heimatkunde 8, 1912, 74. — [10]) Eos, Zeitschr. aus Bayern 6, 1823, 549. — [11]) G. Lammert, Volksmedizin und medizin. Aberglaube in Bayern. Würzburg 1869, 53. — [12]) A. Edelmann, Bayer. Bäderbuch. München 1890, 136 u. f. — [13]) C. Regelmann, Erdbebenherde und Herdlinien in Südwestdeutschland. Stuttg. 1907, 129. S.-A. a. d. Jahresheften d. Ver. f. vaterl. Naturk. i. Württembg. 1907. — [14]) Das Bayerland 20, 1909, 216. Vgl. ferner bezüglich Rothenburgs o. T.: H. W. Bensen, Histor. Unters. ü. d. ehem. Reichsstadt Rotenburg oder d. Gesch. ein. deutsch. Gemeinde. Nürnberg 1837, 31 und 559.

1357.

G. I, 89.

„Am viertzehenden tag deß Meyen 1357 ist ein groß Erdbidmen zu Basel / Straßburg / vnd andern mehr Orten am Rheyn geweßt.“ [1])

„In diesem Jahre hub sich ein Sterb im Lande zu Bayern und hie zu Regensburg an. Und so wie der Sterb vor acht Jahren mit Erdbeben sich eingestellt, so kam er auch hinwieder und dauerte das Erdbeben um Martini acht Tage.“ [2])

1362.

„Am 4. May spürte man zu Strasburg Erdstöße.“ [3])

1368.

„Ao. Chr. 1368 kam über gantz Thüringen / Mülhausen und Eisenach auch ein schweres Erdbeben. / Die Klocken fingen des Nachts von der grausamen Bewegung selbst anzuläuten / die Schüsseln / Kessel und andere Gefässe in den Häusern fielen von ihren Repositoriis herunter / und die übrige klungen gantz helle. Viele Mauren / Thürme und andere grosse und starcke Gebäue spalten voneinander / und geschahe sonsten durch die darauff erfolgende Wasserfluth grosser Schade. Spangenberg. Chron. Saxon. c. 249.“ [4])

„1368. Erderschütterungen in Thüringen.“ [5]).

1372.

„1372, 1. Junij oder Januarii Erdbiden zu Basel vnd in der Schweitz.“ [6])

„Am 1. Tag Junij entstehet in Teutschland ein Erdbeben. Stumpff.“ [7])

„Den 1. Juni anno 1372 entstund ein Erdbeben in Oberteutschland.“ [8])

Fränkische Zeitung v. 18. Nov. 1911, Nr. 318. „Eine gleichzeitige Erwähnung der Tatsache bietet eine Urkunde Karls IV. vom J. 1356, die den Rothenburgern die durch Erdbeben zerstörte Vorderburg überläßt. Orig. im Reichsarchiv München.“ Mitt. d. Hrn. Prof. Schnizlein in Rothenburg. Das Reichsarchiv teilte mir auf Anfrage mit, daß „in einer Originalurkunde des Kais. Karl IV. eine derartige Erwähnung nicht gefunden werden konnte“. Vielleicht ist das Ereignis in einer andern Rothenburger Urkunde des Archivs enthalten. Möglicherweise bergen auch folgende Schriften, die mir nicht zugänglich waren, Bemerkungen zur Erschütterung Rothenburgs im J. 1356: J. G. Brebiß, Kurzer Ber. ü. d. Rothenb. Wildbad 1709. J. A. P. Gesner, Natürl. Gesch. d. Wildbades b. Rotenbg. o. T. Rotenbg. 1768. S. Bezold, Beschr. des Wildbades z. Rothenb. an d. T. Rothenbg. 1821. Nach A. Edelmann, Bayer. Bäderbuch. Mchn. 1890, 136 u. f. „veröffentlichten Dr. Stieberius und Dr. Bibarius im J. 1600 die erste Rothenburger Badeschrift“. Vgl. endlich zum Beben v. 1356 überhaupt noch folgendes: Böhmer, Reg. Imp. VIII, 558. C. Lycosthenes, Prodig. ac ostent. Chron. Basel 1557, 463 u. f., wo viele Orte angegeben sind, die das Beben betraf. J. H. Ragor, V. d. Erdbidem ein grundl. Ber. Basel 1578, 53 u. f. Längere Bem. nach „Stumpff u. Bernhart Brand“. Fugger, Spiegel d. Ehren d. Hauses Österreich 1555; überarbeitet von Sigm. v. Birk 1667, III. Buch, 8. Kap. Freiburger Diözesan-Archiv. Organ d. kirchl.-histor. Ver. d. Erzdiözese Freiburg 10, 1876, 30. R. Langenbeck, Die Erdbebenersch. in d. Oberrhein. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichsl. Els.-Loth. 1, 1892, 14 u. f. — [1]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff usf. Pfortzheym 1559, 42. — [2]) C. Th. Gemeiner, D. Regensburg. Chron. zweiter Bd. Regensbg. 1803, 102. Vgl. a.: Terra tremens, Nbg. 1670 o. S. Ragor S. 54. Schnurrer S. 336. Pfaff S. 97. R. Langenbeck, Die Erdbebenerschein. usf. Geogr. Abh. aus den Reichsl. Elsaß-Loth. 1, 1892, 16. — [3]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuch. Tüb. 1823/25, 339. — [4]) Unglücks-Chronica Vieler Grausahmer und erschrecklicher Erdb. Hamburg 1692 o. S. — [5]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 288. — [6]) J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591. — [7]) M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnbg. 1616, 92. — [8]) J. U. Steinhofer, Neue Wirtenberg. Chron. 1, Tübingen 1744, 91.

„1372 Erdbeben vorzüglich in Oberbaiern." [1])

„Am 1. Junius gab es ein Erdbeben zu Basel, am 8. Sept. folgte ein schwächeres in Strasburg. Wurstisen." [2])

1374.

„1374. War widerumb um Nürnberg in denen Dörfern ein großes Erdbeben geweßen, welches zimblich großen Schaden gethan hat." [3])

1380.

„Nach Christi geburt 1380 winterszeit war im Königreich Böhem an vil enden greuwliches erdbidmen." [4])

1384.

R. II, 34. — R. III, 32.

„Anno 1384 an Sant Stefan tag kam ain Erdpiden in der Nacht und kam ain anderes an den Obristen." [5])

„Anno 1384 am Heyl. Christtag zwischen Licht kam ein Erdbiden und in derselben Nacht ein Donnerschlag, darnach am Ostertag [wahrscheinlich Obersttag] blizet und donnert es sehr allhier. [Nördlingen.]" [6])

„1384. Am H. Christtag Abends wurde ein Erdbeben dahier [Nördlingen] verspührt, am Obersttag kam ein heftiges Donnerwetter." [7])

„1484 [offenbar verschrieben, wie auch einige andere Zahlen der Chronik beweisen]. Am H. Christabendt zwischen Liecht kam [in Nördlingen] ein Erdtbedtem und ein harter Donnerschlag." [8])

„Anno 1384 Jahr an dem heiligen Christtag zwischen liecht kam ein Erdbidem und in der Nacht ein Donnerschlag darnach am Obersttag blitzet und dondert es sehr alhie zu Nördlingen." [9])

„Anno 1384 am hl. Christtag zwischen liechtszeit kam [in Nördlingen] ein Erdbidem und in der Nacht ein Donnerschlag, darnach am Obersttag hat es widerumb donnert und blitzet." [10])

Anno 1384 am Heylen Christag zwischen Licht geschah [in Nördlingen] ein groß Erdbeben und in derselbigen nacht darauff ein Donnerschlag." [11])

„Anno (1?)384 [in Nördlingen] ein grosse Erdbidem am H. Christag, darann es auch gedonnert und geblitzet." [12])

„1384 die Stephani zwischen Liecht kam [in Rothenburg o. T.?] ein Erdbeben und Donnerwetter." [13])

„1384. Erdbeben am Christabend in Nördlingen." [14])

[1]) Bauernzeitung aus Frauendorf 2, 1820, Nr. 50. — [2]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuchen. Tüb. 1823/25, 344. Vgl. a.: W. L. Gräfenhahn, Physikal. Gedanken von der Entst. d. Erdb. Bayreuth und Hof 1756, 7. K. Pfaff, Nachrichten usf. Stuttgart 1851, 97. Handschr. Chron. d. J. M. Metzger in Dinkelsbühl, Beyträge 1, 35. R. Langenbeck, D. Erdbebenersch. Geogr. Abh. a. d. Reichsl. Els.-Loth. 1, 1892, 17. — [3]) Namenl. Handschr. Nr. 289 (S. 76) des Kreisarchivs Nürnberg. Vgl. d. Anm. z. J. 460. — [4]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff und Plagen Gottes usw. Pfortzheym 1559, 43. — [5]) Breve Chron. Augustanum. Rer. Boic. Script. I Augsburg 1763, 616. — [6]) Nördlinger Chronik von Lechner. Nördl. Stadtarch. — [7]) Handschr. Chronik von Joh. Müller (S. 5). Nördl. Stadtarchiv. — [8]) Kurze Chronik von Balth. Weckherlin. Nördl. Stadtarch. — [9]) Eine namenlose kleine Chronik. Nördl. Stadtarch. — [10]) Eine andere ebenfalls namenlose kleine Chronik. Nördl. Stadtarch. — [11]) Eine kl. Chron. m. d. erst 1838 eingeschrieb. Eigentumsvermerk „G. F. Schmidt 1838". Nördl. Stadtarch. — [12]) Repert. Nördlingense. Gedruckte Predigt von Jak. Herrenschmid 1637, S. 20. Nördl. Stadtarch. — [13]) Erhard, „Annales", Handschr. im Stadtarch. Rothenburg o. T. — [14]) Nördl. Privatchronik von Mötzel. Nördl. Stadtarch

„Am heiligen Christtag [1384] zwischen Licht kam ein Erdbeben [Nördlingen] und in der Nacht ein Donnerschlag.“ [1])

„In disem yar 1384 / am heiligen Christag / zwischen liechten / kam in Teutschland ein erdbidem / vnd in der Nacht ein grosser Donnerknal / Darnach aber auff den öbersten plitzgete es / das meniglich sach.“ [2])

„1384 war am Weihennacht Tag ein Erdbidem allhier [Memmingen] vnd donnerte.“ [3])

„Am Christtage kam ein groß Erdbeben und war in der Nacht ein groß Donnern.“ [4])

„Erdbeben in Memmingen verspürt im Dezember mit Donner.“ [5])

„Am 26. Dezember [1384] spürte man zu Augsburg eine Erderschütterung, eine ähnliche folgte am 6. Januar des nächsten Jahres. [1385] Chron. brev. Aug. Gassar.“ [6])

„In diesem Jahre [1384] wurde hier [Regensburg] ein Erdbeben verspürt.“ [7])

„Erdstöße spürte man am 26. Dezember 1384 und am 6. Januar 1385.“ [8])

„26. Dez. 1384. Im Elsaß, in Schwaben und Bayern Erdbeben und Wintergewitter. T. C., Chr. Augs., Wahraus, Mülich.“ [9])

„1384 Erdbeben in Lindau. [10])

„Den 20. Merz [1384] ist hier [gemeint ist die „Eidgenoßschaft“, also die Schweiz] ein starker Erdbidem / jedoch ohne Schaden / verspürt worden.“ [11])

1389.

„Erdbeben in Reichenhall.“ [12])

1390.

„1390 beängstigte in der Nacht vom 16. Oktober ein Erdbeben die Einwohner von Reichenhall und Berchtesgaden.“ [13])

„Am 31. Oktober abends 7 Uhr des Jahres 1390 [in Reichenhall] ein Erdbeben.“ [14])

„Erdbeben in Reichenhall am 17. November 1390.“ [15])

„1390 wurde die Gegend [um Reichenhall] von einem Erdbeben heimgesucht.“ [16])

„1390 fand in Reichenhall ein Erdbeben statt.“ [17])

[1]) Lempsche Chronik der Stadt Nördlingen. Bibl. in Maihingen. — [2]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff usw. Pfortzheym 1559, 43. — [3]) Chr. Schorer, Memminger Chronik. 1660, 6. — [4]) Wöchentl. Hist. Nachr., bes. a. d. Gesch. Frankenlands 3, 1768, 184. Quelle d. Wöchentl. Hist. Nachr. ist „Enoch Widmanns eigenhändig geschriebene Chronik von Hof“. — [5]) G. v. Erhart, Kurze Gesch. der k. baier. Stadt Memmingen. Memmingen 1813, 60. — [6]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuchen. Tübgn. 1823/25, 351. — [7]) Chr. G. Gumpelzhainer, Regensburgs Geschichte, Sagen und Merkwürdigkeiten. Regensbg. 1830. — [8]) K. Pfaff, Nachr. ü. Witterg. usw. Württ. Jahrb. usw. 1850. Stuttg. 1851, 98. — [9]) R. Hennig. Katalog bemerkenswert. Witterungsereignisse. Abh. d. k. preuß. meteorol. Inst. 2, Nr. 4, 1904, 33. T. C. = Thanner Chronik, Chron. d. Klost. Thann i. Elsaß von P. F. Met. Tschamser (1724) Kolmar 1864. Chr. Augs. = Augsburger Chroniken. In Chroniken der deutsch. Städte, Bd 4. Leipz. 1865. Wahraus = Erhard Wahraus, Augsburger Chronik. In Chroniken d. deutschen Städte, Bd. 4. Leipzig 1865. Mülich = Hektor Mülich († 1489), Augsburger Chronik von 1348—1487. In Chroniken der deutschen Städte. Bd. 22, Lpz. 1892. — [10]) Geschichte der Stadt Lindau im Bodensee 2, 1909, 278. — [11]) Jacob Ziegler, Grundl. Ber. v. d. natürl. Ursachen d. Erdbidmen. Zürich 1674, 7. Vgl. a. J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591: „20. Martij Erdbiden zu Augsburg / zu morgens frü vnd mittags / mit Donner / Blitz / Hagel.“ — [12]) E. Herrmann, Topogr. Gesch. d. St. Reichenhall. Oberb. Archiv f. vaterl. Gesch. 19, Mchn. 1858—1860, 101. — [13]) J. E. v. Koch-Sternfeld, Gesch. d. Fürstenth. Berchtesgaden u. s. Salzwerke 2, München 1815, 36. — [14]) A. d. „Reichenhaller Chron“, mitget. v. Benefiziat J. Bauer in Reichenhall. — [15]) H. Herrmann, Top. Gesch. d. St. Reichenhall. Oberb. Arch. f. vat. Gesch. 19, München 1858—1860, 101. — [16]) E. Heß, Reichenhall m. s. Saline, s. Bädern u. Umg. Reichenh. 1856, 12. — [17]) B. M. Lersch, Hydrophysik. Berl. 1865, 154. W. Götz, Geogr.-hist. Handb. v. Bayern 1, München 1895, 232.

1394.

„Den 22. Merz / abermalen bebete die Erden / in der Eidgenoßschaft.“[1])

„Le tremblement de mille-trois-cent quatre-vingt & quatorze fut bien plus général. Il embrassa non seulement la Suisse; mais tous les païs voisins. Toutes les montagnes depuis leurs cimes furent sécoussées. On le sentit le vingt & deuxième Mars.“[2])

„1394 Erderschütterungen in den Alpen.“[3])

1395.

„Und im Jahr 1395 veroffenbarete sich in Teutschland ein gefährliches Erdbeben, welches mit einem Sterben vergesellschaftet war.“[4])

„Im Jahr 1395 ist ein Erdbeben und Sterben in Teutschland gewesen. Gotfrieds algemeine Chronik I, 636.“[5])

„Zwischen dem 10. und 17. Junius 1395 entstand nach einem Erdbeben in den Rhein-, Mayn- und den Moselgegenden einer der heftigsten Stürme. Trith.“[6])

„1395. Im Dezember eines der heftigsten Erdbeben in Spanien — auch in Teutschland.“[7])

„Im Junius 1395 spürte man ein Erdbeben.“[8])

7. Abschnitt.

Das 15. Jahrhundert.

1402.

„In der Nacht vom 31. Mai auf den 1. Junius 1402 spürte man [in Stuttgart?] ein starkes Erdbeben.“[9])

1409.

„Am 24. Aug. spürte man ein Erdbeben in Magdeburg.“[10])

„1409 Erderschütterungen in Magdeburg.“[11])

1410.

„Erdbeben waren auch im folgenden Jahr [1410] nicht selten. In der Nacht vom 31. May auf den 1. Junius verbreitete sich ein Erdbeben über ganz Teutschland. Paltram. Chron. Mellic.“[12])

1415.

„Am 10. Juni 1415 Erdbeben in Reichenhall.“[13])

---

[1]) J. Ziegler, Grundl. Ber. v. d. natürl. Urs. d. Erdbidmen. Zürich 1674, 7. — [2]) M. E. Bertrand, Mémoires historiques et physiques sur les tremblements d. t. La Haye, 1757, 38. M. E. Bertrand, Recueil de divers traités sur l' histoire naturelle de la terre etc. Avignon 1766, 245. — [3]) Chr. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 288. — [4]) M. J. A. W., Chronica od. Sammlg. alt. u. neu. Nachr. v. d. Erdb. Frankf. a. M. 1756, 29. — [5]) J. F. Seyfart, Allgem. Gesch. der Erdbeben. Frankf. u. Leipzig 1756, 22. — [6]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuch. Tüb. 1823/25, 354. — [7]) Ch. Keferstein, wie unter [3]). — [8]) K. Pfaff, Nachrichten usw. Württemb. Jahrb. usw. 1850. Stuttg. 1851, 98. — [9]) K. Pfaff, Nachr. usw. Württ. J. usw. 1850. Stuttg. 1851, 99. — [10]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuch. Tüb. 1823/25, 360. — [11]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 288. — [12]) F. Schnurrer, wie Anm. [10]). — [13]) H. Herrmann, Topogr. Gesch. d. Stadt Reichenhall. Oberb. Arch. für vaterl. Gesch. 19, Münch. 1858—1860, 101.

1442.

„Es ist auch an dem tage vnd jar [6. Juni 1442] ein erschrecklich Erdbidem in Vngern / Polen vnd Böhem / dadurch viel Schlösser / Thürn vnd Häuser niedergeworffen sind / entstanden. Mechon. lib. 4. cap. 57.“ [1])

1443.

„Terraemotus Poloniam, Hungariam et Bohemiam vastat.“ [2])

5. tag Junij 1443 ein grosses Erdbidem, dadurch zu Presla und in der nahe großer Schaden geschehen.“ [3])

„Nach der Angabe von Paltram hatte es am 25. May [1443] ein starkes Erdbeben durch Ungarn und Böhmen gegeben. Auch am 5. Junius spürte man ein nicht unbedeutendes Erdbeben in Wien, Böhmen, Pohlen und Ungarn. Lupacz.“ [4])

1471.

G. I, 89. — G. u. R. 642. — R. III, 16.

„Zu Brichsen ist ein groß Erdbeben gewesen / doch ohne Schaden abgangen.“ [5])

1475.

„Anno domini etc. 1475 an sant Bartolomeus tag darnach zu mitternacht, do kam ein gros erdtbidem zu Heidelberg, Mentz, Franckfurt vnd an manchem ende an dem Rein vnd werdt als lang als einer ein pater noster mocht gesprechen.“ [6])

1478.

R. II, 34.

„1478. Am Sambstag der da war der erst Tag Hornung / am Morgen gleich als es drey schlug / war allhier [Memmingen] ein merklicher Erdbidem.“ [7])

1496.

R. II, 34.

---

[1]) A. Saur, Calend. histor. Frankf. a. M. 1594, 323. — [2]) C. Lycosthenes, Prod. ac ostent. Chron. Basel 1557, 478. Vgl. a.: J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundl. Ber. Basel 1578, 55. J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591. M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnberg 1616, 96. — [3]) Calendar. hist. D. Pauli Eberi, Pastoris. IV, 5, 4^{00}, Nr. 36, 1644, 214 (F. Öttingen-Wallerst. Bibl. in Maihingen). — [4]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen. Tübingen 1823/25, 371. — [5]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. von den Erdb. Nürnberg 1616, 89. — [6]) Des Matthias von Kemnat Chronik Friedrichs I. des Siegreichen. In: Quellen und Erörterungen zur bayer. und deutschen Geschichte 2, München 1862, 99. — [7]) Chr. Schorer, Memminger Chronik oder Kurtze Erzehlung vieler denkwürdigen Sachen von Ao. 369 biß 1660. Ulm 1660, 40. G. v. Ehrhart, Kurze Gesch. d. k. baier. Stadt Memmingen im Illerkreis. Memmingen 1813, 60.

8. Abschnitt.

Das 16. Jahrhundert.

1506.

„1506. Erdbiden in Teutschland.“ [1])

1508.

„Erdbidem plagten Teutschland vnd auch Italien. Stumpff.“ [2])

„Es waren auch viel erdbieden in diesem jar.“ [3])

„Erdbeben in Lindau.“ [4])

1509.

„Es waren Erdbeben in Teutschland / inn Kärndten / Steyermarkt / Tyrol / vnd Schwaben / davon auch Häuser eingeworffen worden. Baselius.“ [5])

„Eodem anno facti sunt terraemotus per diversa Germaniae loca magni et satis impetuosi, quorum impulsu turres multae ceciderunt et domus maxime in Carinthia, Stiria, Tiroli, Austria et Suevia, in Hirsaugia (Hirschau bei Speyer) et per quatuor in circuitu miliaria, mense Septembri, post horam videlicet octavam in nocte. Ioh. Trithemii Chronicon Hirsaugiense, St. Gallen 1640, II, 649.“ [6]) [Hirschau = Hirsau liegt im Tale der Nagold in Württemberg.]

„Vier Stunden im Umkreis des Klosters Hirschau gab es sehr starke Erdbeben. Trith. u. P. Lang.“ [7])

„Im Okt. 1509 richtete ein Erdbeben, besonders in der Gegend um Hirschau und Ehingen großen Schaden an.“ [8]).

„1509, 14. Sept. ein weitverbreitetes Erdbeben, welches auch in Österreich verspürt wurde. Steiermark, Kärnthen, Tirol und Schwaben.“ [9])

1510.

„Und in dem nehmlichen Jahr [1510], den 26. Junii, wurde die Stadt Nördlingen in Schwaben durch ein grausames Erdbeben sehr empfindlich heimgesuchet. In der Stadt fiel die grose Haupt-Kirche zu St. Emeran [War nicht die Hauptkirche!] bis auf den Grundstein mit vielen andern ansehnlichen Gebäuden ein.“ [10])

---

[1]) P. v. Radics, Chronol. Übers. der Wiener Erdbeb. „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 119. J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591. — [2]) J. H. Ragor, Von den Erdbidem ein grundl. Ber. Basel 1578, 56. S. Schwabe, De Terraemotibus. Görlitz 1582. M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnberg 1616, 99. Dessen Quelle: „Nico Baselius“. — [3]) Enoch Widmanns Chronik der Stadt Hof (1592), herausgegeben von Chr. Meyer in den Quellen zur Gesch. der Stadt Hof. Hof 1894, 99. — [4]) Gesch. der Stadt Lindau im Bodensee 2, 1909, 278. — [5]) M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnberg 1616, 100. J. H. Ragor, V. d. Erdbidem. Basel 1578, 56. W. L. Gräfenhahn, Phys. Gedanken von der Entst. der Erdb. Bayreuth und Hof 1756, 7. Guéneau de Montbeillard, Liste chronol. des Éruptions de Volcans etc. Dijon und Paris 1761, 537. — [6]) J. Schorn, Die Erdb. von Tirol und Vorarlberg. Ferd.-Ztschr. 3. F. 46. H. 1902, 123. — [7]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuchen. Tübingen 1823/25, 60. — [8]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usw. Württ. Jahrb. für vaterl. Gesch. usw. 1850. Stuttgart 1851, 108. — [9]) P. v. Radics, Chronolog. Übers. der Wiener Erdb. „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 123. — [10]) M. J. A. W., Chronica oder Sammlung alter und neuer Nachr. von den merkw. Erdb. Frankfurt a. M. 1756, 32.

„Erdbeben in Nördlingen 26. Juni 1510.“[1])

„So wurde ein Erdbeben, das i. J. 1510 Ober-Italien traf, in Nördlingen gefühlt.“[2])

„1510 den 26. Juni zu Nördlingen in Baiern.“[3])

„10 juin [1510], à Nordlingen (Bavière), tremblement de terre qui fit périr deux milles individus (Huot, Cours de Geol. I, 110). I'ignore la source où Huot a puisé ce fait.“[4])

1511.

G. I, 89. — R. II, 34 u. f. — R. III, 4 u. 16. — G. u. R. 642.

„Anno Domini 1511 terrae motus fuit magnus in Bojoaria et Boemia, maxime Ratisponae, Deckendorff, Landeshut apudque Angeliopolim.“[5])

„So man tzalt nach crist geburd 1511 jar in der vasten uf mitwuch nach verkundung marie [26. März] waß zu Nördling und an vil ortten im rieß ein erdpidem.“[6])

„Zu Nördlingen und sonsten im Ries, Mittwochs nach Mariae Verkündigung [26. März] ein starkes Erdbeben verspürt.“[7])

„1511 den 26. Marty ist widerumb alhier zu Nürnberg ein großes Erdbeben geweßen, welches Schaden gethan hat.“[8])

„Ao. 1511 am 26. Martii ist zu Leutmeritz in Böhmen ein starkes Erdbeben gewesen, also daß der Thurn dermassen davon erschüttert, daß die Glocken angeschlagen haben und das Kreutz von der äusseren Spitze herabgefallen ist.“[9])

„Die Stadt Deggendorf litt 1511 durch Erdbeben.“[10])

„Der bekannte Chronist Pater Klemens Sender (gest. um 1536) erzählt, daß sich am Mittwoch den 16. März 1511 nachm. 3 Uhr an vielen Orten der Stadt [Augsburg], so lange als man 2 Vaterunser hätte beten können, etliche Häuser erschüttert hätten.“[11]) [Der 16. März 1511 war ein Sonntag. Es muß 26. März heißen. Vgl. andere Quellen!]

„Ein Erdbeben in Augsburg am 24. Mai [1511], nur nicht so stark wie jenes im März.“[12])

1512.

„Heftiger Erdstoß in der Gegend um und in Augsburg im März 1512; die Ulrichskirche hat dabei hin und hergewackelt wie ein Schiff auf dem Wasser; Gefäße, die an der Wand hingen und Bilder sind dabei herabgefallen.“[13]).

---

[1]) B. S. Walther, Die Erdb. und Vulkane. Leipzig 1805, 76. — [2]) K. E. A. v. Hoff, Gesch. der natürl. Veränderungen der Erdoberfl. 2, Gotha 1824, 319. — [3]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 290. — [4]) A. Perrey, Mémoire sur les trembl. d. t. dans le bassin du Danube. Annales des sciences, physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie 9, 1846, 342. — [5]) Fr. Christophori Erythropolitani Tubertini Historia Episcoporum Ratisponensium. Rer. Boic. Script. I, Augsburg 1763, 569. — [6]) Nördlinger Chron. von Bürgermeister Heider, geschrieb. 1550(?) bis 1610. — [7]) Chron. der Stadt Nördlingen, nach der Wengschen Chronik bearb. von Marzell Rollwagen und fortges. von Joh. Müller. — [8]) Namenl. Handschr. Nr. 289 (S. 76) des Kreisarch. Nürnberg. Vgl. Anm. zum J. 460. — [9]) Unglücks-Chronica Vieler Grausahmer und erschreckl. Erdb. Hamburg 1692 o. S. — [10]) Der Bayerische Wald. Passau 1872, 72. — [11]) Neue Augsburger Zeitung 1911, Nr. 263. — [12]) Neue Augsburger Zeitung 1911, Nr. 263. Einen belangreichen Bericht über die Zerstörungen des Bebens vom März 1511 in den Ostalpen verwahrt das Kreisarchiv Nürnberg unter dem Zeichen: Historica Nr. 25. Er stammt von dem „Amptmann zue Newenstatt“ Ritter Veit v. Lendershaim und ist gerichtet an den Markgrafen Friedrich von Brandenburg. Ausgefertigt wurde er am 19. April 1511, also bald nach dem Ereignis. — [13]) Neue Augsburg. Ztg. 1911, Nr. 263.

1517.

G. I, 89 u. f. — G. u. R. 643. — R. III, 5 u. 16.

„Anno 1517 waren im Ries wieder starke Erdbeben mit Sturmwinden, so zu Nördlingen an St. Emeranskirchen und vielen Häusern großen Schaden gethan, kein Thurm noch die Stadtmauer ganz geblieben und wenig Bäume um die Stadt mehr aufrecht gestanden.“ [1])

„26. VII. [?] 1517 Sturmwind vermutlich mit Erdbeben. Wirft über 200 Häuser ein, auch Türme.“ [2])

„Nachdem 1517 in dem großen Sturm und Erdbeben St. Emmeranskirchen völlig umbgeworffen worden, hat man solche 1522 Dienstag am Tributi-Tag den 11. Aug. wieder anfangen zu bauen.“ [3])

„Vicesima sexta die Junij, Nordlingenses ingenti effecti sunt damno. Nam excitatus horrendus ventus, simulatque terremotus gravis concurrens, deiecit Parochialem Ecclesiam ad sanctum Emeranum dictam, atque intra moenia civitatis, et extra ad duo milliaria, stravit duo millia domorum et stabulorum. In sylvis vero et hortis innumeras radicitus evulsit arbores, reliqua eminentiora aedificia, quae non deiecta sunt vi ventorum, pro magna parte sunt concussa et commota, atque deinde infirmiora reddita. Grandinis diro impetu circa Rhenum omnia devastata sunt, unde mox dira fame ac rerum omnium maxima penuria laboratum est.“ [4])

„1517, 26. [Monat?] Schwerer Erdbiden vnd zugleich ein grewlicher Wind thun zu Nördling in Schwaben vnd 2 Meilwegs herum grossen Schaden / reissen Heuser und bäum darnieder.“ [5])

„Am 4. März [1517] Abends spürte man besonders in Stuttgart, Eßlingen, Tübingen und Calw starke Erdstöße.“ [6]) [Wahrscheinlich 4. April.]

„1517 an dem Palmsamstag [4. April] abends zwischen 4 und 5 Uhr entstund zu Calw und Tübingen ein starkes Erdbeben, wovon die Leute, indem sie in der Kirche waren, bewegt und erschüttert worden. Es gab auch in diesem Jahre heftige Sturmwinde, wovon zu Backnang ein Thurn, zu Hall in dem unteren Thal 2 Linden, in dem Rieß mehr als

[1]) Wörlen, Handschr. Chron. der Stadt Öttingen S. 69. Quelle Wörlens: Wildeisen S. 269. — [2]) Nördlinger Privatchronik von Mötzel. — [3]) Chronik der Stadt Nördlingen, nach der Wengschen Chronik bearbeitet von Marzell Rollwagen und fortges. von Joh. Müller. — [4]) C. Lycosthenes, Prodig. ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 523. — [5]) J. Rasch, Erdbidem-Chronic. Wien 1591 o. S. Ähnlich wie Lycosthenes und Rasch sprechen sich aus: A. Saur, Calendarium historic. Frankf. a. M. 1594, 362. Dessen Quelle: „Fincelius lib. 3. Von Wunderzeichen“. M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnberg 1616, 100. Terra tremens, Nbg. 1670 o. S. Deren Quelle: „Franck. Chron. pag. 637“. J. F. Seyfart, Allgem. Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Leipzig 1756, 23. Er verweist auf „Münsters Cosmographie S. 1030“. Eine andere Ausgabe der Kosmographie des S. Münster verzeichnet die einschlägige Stelle im 3. Buch De Germania, S. 579. W. L. Gräfenhahn, Phys. Ged. v. d. Entst. d. Erdb. Bayreuth und Hof 1756, 7 meldet nur „Erdb. in Schwaben“. Eingehender verbreitet sich über das Ereignis der Härtsfelder Geschichtskalender des J. 1763, gedruckt und verlegt durch Joh. Heinr. Lohse zu Öttingen unter der Überschrift: „Unbeschreiblicher Schaden, so Nördlingen durch ein erbärmlich Erdbeben Anno 1517 den 16. Juni erlitten, ausführlich beschrieben.“ [Statt „16. Juni“ muß es wohl 26. Juni heißen]. Auch A. Perrey gedenkt der Naturersch. in s. Mémoire sur les tremblem. d t. dans le bassin du Danube. Annales des sciences, d'agricult. et d'industr. 9, 1846, 342. — [6]) K. Pfaff, Nachrichten ü. Witterg. usw. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usw. 1850. Stuttg. 1851, 109.

100 Scheuren und Häuser und auf dem Berg vor Nördlingen die alte Pfarrkirche zu St. Emeran niedergerissen worden."[1])

„Am Palmsonntag gegen Abend erfolgte zwischen Calw und Tübingen ein Erdbeben. Crusius."[2])

„Ao. 1517 war zu Ulm am St. Thomas Abend [21. Dez.] ein Erdbeben / daß Häuser und alles erschütterte."[3])

1519.

„. . . wo auch Eßlingen durch einen starken Wolkenbruch, am 30. August 1519 aber durch ein Erdbeben heimgesucht wurde."[4])

1524.

„Erdbeben 1524." [Eichstätt][5]).

1526.

„16. Dezember. In Bayern während eines starken Erdbebens Gewitter. Sender."[6])

„In dem wegen seiner abnormen Witterung berüchtigten Jahr 1526 suchten unsere Stadt [Augsburg] 2 Erdbeben heim. Das erste ereignete sich am St. Elisabethentag (19. Nov.) nachts 3 Uhr. Man vernahm dabei dreimal starkes unterirdisches Donnern und ein gräßliches Gepolter, wobei wieder die „Gebäu" wie Schiffe auf dem Wasser hin und herwogten; nach nicht einmal 4 Wochen, am 16. Dez. nachts 9 Uhr wiederholte sich das Naturereignis, „doch tat's nicht mehr so wild" wie im vorigen Jahre."[7]) [Demnach müßte im Jahre 1525 Augsburg ebenfalls von einem Beben erschüttert worden sein.]

1528.

G. I, 90.

1531.

„1531. Es waren auch Erdbiden in Teutschland."[8])

1532.

„Erdbeben erschreckten die Einwohner." [Memmingen.][9])

1533.

G. I, 90.

„1533 war ein erdbidem vnd grausamer wind zu Chur / Bludenz / vnd denselben Gegenden umbher am Rheyn / geschah am 16. tag deß Wintermonats."[10])

„In diesem Jar [1533] ein ungewöhnliches Erdbeben zu Velcurio vnd S. Galln / vnnd andern orten am Rheinstrom / den 16. Novemb. vmb Mitternacht / Chron. German."[11])

---

[1]) J. U. Steinhofer, Neue Wirtenberg. Chron. 1, Tübingen 1744, 266. — [2]) F. Schnurrer, Chron. der Seuchen. Tübingen 1825, 64. — [3]) Unglücks-Chronica Vieler Grausahmer und erschreckl. Erdbeben. Hamburg 1692 o. S. — [4]) K. Pfaff, Nachr. ü. Witterung usw. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usw. 1850. Stuttgart 1851, 109. — [5]) Carl Nar, Geschichtstafel der Stadt Eichstätt vom ersten bis neunzehnten Jahrh. Eichstätt 1838. — [6]) R. Hennig, Kat. bemerkensw. Witterungsereign. Abh. d. k. preuß. meteorol. Inst. 2, 1904, Nr. 4, S. 46. „Sender = Clemens Sender († ca. 1537) Augsburg. Chron. bis 1536. In d. Chron. d. deutsch. Städte 23, Leipzig 1894". — [7]) Neue Augsbg. Ztg. 1911, Nr. 263. Stützt sich ebenfalls auf d. Chronist. Pater Klemens Sender. — [8]) J. Rasch, Erdbidem-Chronik. Wien 1591. — [9]) J. F. Unold, Gesch. d. Stadt Memmingen 1826, 148. — [10]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vnd Plagen Gottes usw. Pfortzheym 1559, 44. — [11]) M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnberg 1616, 103.

„Novembre même année [1533], nouveaux tremblements en Allemagne et dans toute la Suisse.“ [1])

„Ao. 1533. 26. Wintermonat in der Landschaft am und über dem Bodensee hinauf Erdbeben.“ [2])

„16. November. Während eines Erdbebens Sturm in St. Gallen, Graubünden und Vorarlberg. Westh.“ [3])

1536.

G. I, 90.

1540.

„Terraemotus iterum fuit 14. Decembris in Germania, quo multa domorum aedificia quassata sunt.“ [Erwähnt auch ein Beben vom 25. Juni des gleichen Jahres.][4])

„Im Jahr 1540 richtete ein Erdbeben große Verwüstungen in ganz Teutschland an.“ [5])

„Le 25 juin 1540, tremblement désastreux dans l'Erzgebirge.“ [6])

1542.

R. II, 36.

„1542. Den 8. November war ein Erdbidem hier [Memmingen], welches die Häuser erschüttert hat.“ [7])

„Den 8. Nov. [1542] in Memmingen ein Erdbeben verspürt.“ [8])

„Den 10. Novemb. 1542 war ein sehr heftiges Erdbeben, sodaß alle Häuser in der Stadt [Memmingen] erschüttert wurden und, es war eben Rat, die Ratsherrn zur Türe hinausliefen.“ [9]).

„Erdbeben in Lindau.“ [10])

1552.

G. I, 90. — R. III, 5.

„Am 6. Martij anno Domini 1552 ist ein Erdbidem gewesen. Etliche schreiben / daß vmb diese zeit / die Fasten vber / biß nach Ostern / vielfaltige Erdbidem / groß und klein / gewest seyen / Etliche / so acht darauff gegeben / vber die 20 gezehlt haben. Finc.“ [11])

„Seynd inn der Laußnitz die hohen Gebirg / auch etliche Stätte vnd Schlösser / durch Erdbeben etliche mal nach einander bewegt / vnd erschüttert worden / Rivand.“ [12])

„Inn diesem Jahr waren auch sonsten viel Erdbeben / inn Meissen an der Mulda / Item im Joachimsthal / zu Eger / etc.“ [13])

---

[1]) Guéneau de Montbeillard, Liste chronologique des Éruptions de Volcans etc. Dijon et Paris 1761, 540. — [2]) P. Lorenz, Einiges über Erdbeben im Kanton Graubünden. Jahresber. d. naturforschenden Ges. Graubündens. N. F. 36, Chur 1893, 125 und 151. — [3]) R. Hennig, Kat. bemerkensw. Witterungsereign. Abh. d. K. preuß. meteorol. Instit. 2, Nr. 4, 1904, 47. „Westh. = Westhoff, Dietrich († 1552) Dortmunder Chronik v. 750—1550. In Chroniken d. deutsch. Städte. Bd. 20, Leipzig 1887.“ — [4]) C. Lycosthenes, Prodigiorum ac ostentorum Chronicon. Basel 1557, 573. — [5]) M. J. A. W., Chronica oder Samml. alter u. neuer Nachr. v. d. merkw. Erdb. Frankf. a. M. 1756, 34. Vgl. a.: B. S. Walther, D. Erdb. u. Vulkane. Leipzig 1805, 77. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 291. E. Pauls, Z. Gesch. d. Erdb. d. 17. u. 18. Jahrh. i. d. Aachener Gegend. Annal. d. hist. Ver. f. d. Niederrhein 56, 1893. Weist hin auf „Das Buch Weinsberg, herausg. v. K. Höhlbaum 1, 146.“ — [6]) A. Perrey, Mémoire sur les tremblements d. t. dans le bassin du Danube. Annales des sciences, physiqu. et natur., d'agriculture et d'industrie 9, 1846, 342. — [7]) Chr. Schorer, Memminger Chronik. Ulm 1660, 83. — [8]) G. v. Ehrhart, Kurze Gesch. d. k. bair. Stadt Memmingen. Memmingen 1813, 60. — [9]) J. F. Unold, Gesch. d. Stadt Memmingen 1826, 154. — [10]) Gesch. d. Stadt Lindau i. Bodens. 2, 1909, 278. — [11]) A. Saur, Calend. histor. Frankf. a. M. 1594, 149. — [12]) und [13]) M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnberg 1616, 106.

„1552 den 12. Januar wird von einem Erdbeben in Schwarzenbach a. S. und Umgebung berichtet.“[1])

„In diesem jar [1552], den 20. aprilis, abends umb 8 hor, ist ein schrecklich erdbidem allhie [Hof] und anderer orten mehr gewesen, daß sich die heuser dermassen erschittert, dardurch die burgerschaft vermeinet, es wurde alles versinken und zu boden gehen. Und ist solch erdbiden abermal ein vorbot gewesen . . .“[2])

„1552. Erdbeben in Sachsen und Böhmen.“[3])

1553.

„1553 am 17. tag deß Augustmonats entstund inn der Statt Meissen ein grosser Erdbidem.“[4])

„Ao. 1553 den 17. Aprilis hat ein Erdbeben die Stadt Meissen gar sehr erschüttert.“[5])

„Den XVII tag Augustij 1553 ist in der Stadt Meissen ein gros Erdbidem gewesen, bald nach Churfürsten Moritzen todt.“[6])

„Erdbeben in Lindau.“[7])

„1553, 7. August. Grosser Erdbiden zu Meissen.“[8])

1556.

G. I, 90. — R. III, 5.

„1556, 10. April (?) Erdbiden zu Newstatt an der Orla in Düring.“[9])

1559.

„Ao. Chr. 1559 den 15. Jan. erschütterte die Stadt Straßburg und in derselbigen auch den Dom ein gefährliches Erdbeben, welches etlichemahl mit einer so grausamen force ansetzte, daß die Einwohner aus der Stadt zu fliehen begunten.“[10])

„Den XV. tag January. An diesem tage ist zu Strasburg ein Erdbidem geschehen, welches die Kirche und den Thurm bewegt hat anno 1559.“[11])

„Freyberg in Sachsen wurde durch ein Erdbeben erschüttert und in der Mark seyen häufig, doch wohl auch von Erderschütterungen Häuser zusammengestürzt.“[12])

1565.

„Den 7. Februarij war am Hundsrücken an der Mosel vmb Mitternacht ein Erdbeben / hat Camin vnnd Brunnen eyngeworffen.“[13])

---

[1]) Nach Prückner, Gesch. d. bayreuth. Pfarreien. Handschr. i. d. Bibl. d. Hist. Ver. f. Gesch. und Altertumsk. i. Bayreuth, Band: Schwarzenbacher Pfarrei. — [2]) Enoch Widmanns Chron. d. Stadt Hof, herausg. v. Chr. Meyer in d. „Quellen z. Gesch. d. Stadt Hof.“ Hof 1904, 180. Obige Erdbebenaufzeichnung steht im gleichen Wortlaut in den „Wöchentl. Histor. Nachrichten, bes. a. d. Geschichte Frankenlands“ 3, 1768, 184; als Tag des Bebens ist jedoch der 28. April genannt. — [3]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 291. — [4]) G. Chr. Dreßl, Von mancherley Straff vnd Plagen usf. Pfortzheym 1559, 44. — [5]) Unglücks-Chronica Vieler Grausahmer und erschrecklicher Erdbeben. Hamburg 1692 o. S. — [6]) Calend. historic. (1644) D. Pauli Eberi, Pastoris IV, 5, 4[00]. Nr. 36, S. 326 (Bibl. Maihingen). — [7]) Geschichte der Stadt Lindau i. Bodensee 2, 1909, 278. — [8]) und [9]) J. Rasch, Erdbidem-Chronic nach Art eines Calenders. Wien 1591 o. S. — [10]) Unglücks-Chronica usf. Hamburg 1692 o. S. — [11]) Calendarium historicum (1644) D. Pauli Eberi, Pastoris IV, 5, 4[00], Nr. 36, S. 23 (Bibl. Maihingen). — [12]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen 2, Tübingen 1825, 103. — [13]) M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnberg 1616, 107.

1567.

[Am 1. März 1567 vermutlich ein Einsturzbeben in Altisheim bei Donauwörth].[1])

1568.

„Im 1568. Jahr ist in der Nacht in Meissen ein Erdbeben entstanden.“[2])

„Am 26. Tag Julij [1568] entstehet in Meissen zu Nacht ein Erdbeben. Georg Fabric.“[3])

1570.

G. I, 90.

1571.

G. I, 90.

„1571 den 22. July nach der Vesper, war abermals [in Nürnberg] ein großes und ungestümmes Wetter vom Hagel und Donnern, thett also so einem grausammen Donnerschlag, das darvon der Erdboden und die Heußer zitterten, absonderlich erschüttert sich das Erdreich, vff den Stattgraben, außwendig der Statt, zwischen dem Spittlerthor und Hallerthürlein, das also ein guter theil in die Hundert Stattschuh lang an der Statt Mauren deß Stattgrabens, und von dem Wahl erschottert, einrieße, das es in dem Stattgraben fiel, hat auch einen Mann, der an der Mauren gelaint, mit hinunter geschlagen.“[4]) [Möglich, daß mit dem Unwetter ein Erdbeben zusammenfiel.]

1572.

G. I, 91. — R. III, 5 u. 32; hier ein Versehen: 1527 statt 1572.

„1572. Den 4. Jenner war auch hier [Memmingen] ein Erdbidem.“[5])

„1572 im Januar Erdbeben zu Thorn in Preußen gegen 9^{h} Abends.“[6])

„Im Jahre 1572 wurde zu Augsburg ein starkes Erdbeben vermerkt.“[7])

„1572, den 6. Januar war zu Thoren in Preußen um 9 Ur in der Nacht ein Erdbeben, so von einem grossen Sturmwind begleitet ward. Münster, Cosmographie S. 1296.“[8])

„Den 4. Januar [1572] ein Erdbeben in Memmingen.“[9])

„Am 4. Januar spürte man zu Augsburg ein Erdbeben, am 9. desselben Monats gab es zu Thorn ein starkes Erdbeben. Zerneke, Thornische Chronik.“[10])

„28 janvier [1572], le matin, 7e heure, à Inspruck, secousses qui se répétèrent pendant trois jours, et causèrent quelques dégâts dans le palais de l'archiduc et dans des maisons particulières. On en ressentit aussi, mais de moindres, vers la même époque,

---

[1]) Meine Vermutung stützt sich auf den Titel dieser Schrift: „Eine wunderbarlich Geschicht, so sich in den Dorf Altassen [heute Altisheim] bey Donauwerdt zugetragen, eines Fahls und Verruckens zweyer Häuser und dreyer Städel bis in 30 Schuh weit den 1. Mart. 1567. Augspurg“. Sie selbst konnte trotz vielen Bemühungen nirgends gefunden werden. — [2]) S. Schwabe, De terraemotibus. Görlitz 1582. — [3]) M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnberg 1616, 107. Vgl. a.: Terra tremens von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670. — [4]) Donner, Bliz, Hagel, ungestimme Wind und starcke Wetter umb Nürnberg. Namenlose Handschrift Nr. 289 des Kreisarchivs Nürnberg, S. 11. — [5]) Chr. Schorer, Memminger Chronik. Ulm 1660, 101. — [6]) Unglücks-Chronica. Hamburg 1692. — [7]) P. v. Stetten, Gesch. der Stadt Augsburg 1, Frankf. u. Leipzig 1743, 600. — [8]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Lpz. 1756, 25. — [9]) G. v. Ehrhart, Kurze Gesch. d. k. b. Stadt Memmingen. Memmingen 1813, 60. — [10]) F. Schnurrer, Chronik der Seuchen 2, Tübingen 1825, 119.

à Munich et à Augsbourg. (De rebus sub Maximiliano II, imper . . . . Rerum Germanic. S. Schard, t. III, p. 2509)."[1])

„Heftiges Erdbeben in Augsburg am 28. Januar [1572]."[2])

1574.

„Den 30. Brachmonat [1574] war ein gar starker Erdbidem [Schweiz]."[3])

1577.

G. I, 91.

1578.

„Den 12. Mai [1578], Erdstöße zu Halle in Sachsen."[4])

„Den 28. Herbstmonat [1578] erdbidmete die Erden wieder in der Eidgenoßschaft."[5])

1581.

„Erdbeben in Niederösterreich."[6])

1583.

„1583. Am Weyhnachtsabendt, zwischen dem Liechten, ist alhier zu Nürnberg ein Erdbeben geweßen."[7])

1584.

„Premier Mars [1584], tremblement de terre dans toute la Suisse et les pays voisins."[8])

„Le tremblement du premier de Mars, mille cinq-cent quatre-vingt-quatre, fut plus général encore et plus violent. Il embrassa toute la Suisse et les Pays voisins. C'était un Dimanche."[9])

1588.

G. I, 91.[10])

1589.

„Anno 1589 ist im Januario ein grausame Kelt eingefallen, und sind den 9. eiusdem wie auch den 19. Febr. grausame Chasmata in der Lufft von vilen hundert Menschen mit schrecken gesehen worden. Es sind auch diß Jahr vil und starke erdbeben zu Neuburg und an benachbarten orten gespiret worden, als den 13. Marti in der mitternacht, wie auch den 21. Marty und 30. April, item den 15. May und 12. Juny. Den 13. Juny sind etliche erd Beben gehört worden, welche so grausam gebrüllet, daß mans weit hören können. Neben solchen ungewohnlichen Bewegungen hat es auch sehr schwere Donnerwetter geben."[11])

---

[1]) A. Perrey, Mémoire sur les tremblem. d. t. dans le bassin du Danube. Annales des sciences etc. 9, 1846, 343 u. f. — [2]) Neue Augsburger Ztg. vom 19. Nov. 1911 (Nr. 263). Vgl. zum Jahr 1572 a.: J. Schorn, D. Erdb. v. Tirol u. Vorarlberg. Ferd.-Ztschr. 3. F. 46. H. 1902, 127 u. f. — [3]) J. Ziegler, Grundl. Ber. v. d. natürl. Ursachen d. Erdbidmen. Zürich 1674, 7. — [4]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 292. — [5]) J. Ziegler, wie unter [3]). — [6]) Ex donat. Molliana. Cod. germ. 6116, Moll. 301 der Staatsbibl. in München. — [7]) Namenlose Handschr. Nr. 289 des Kreisarchivs Nürnberg, S. 76. Vgl. die Anm. z. J. 460. — [8]) Guéneau de Montbeillard, Liste chronol. des Éruptions de Volcans, des tremblements de terre etc. Dijon et Paris 1761, Tom. VI des Acad. Etrang. S. 549. — [9]) M. E. Bertrand, Recueil de divers traités sur l'histoire naturelle de la terre. Avignon 1766, 249. — [10]) Vgl. auch: J. Bögner, Das Erdbeben u. s. Erscheinungen. Frankf. a. M. 1847, 103. — [11]) J. Braun, Sultzbachisches Chronicum (Handschrift), Buch 6. Kap. 16. Braun war um 1620 „Diakonus und Vorstand des prot. Ministeriums" zu Sulzbach i. Oberpf., mußte nach Einführung der Gegenreformation durch die Jesuiten flüchten und starb 1652 als „Markgräfl. Bayreuth. Superintendent" in Bayreuth. Seine Chronik von Sulzbach schrieb er um 1648. Daß er darin auf Erdbeben in und um Neuburg a. D. zu sprechen

1590.

G. I, 91. — R. III, 17. — G. u. R. 644.

„Den 5. septemb. [1590] zu mitternacht ist ein groses erdbidem in Deutschland, Ungarn und Behemen gehört worden, dadurch zu Wien in Österreich fast alle kirchen beschediget, die thurnen und mawern zerspalten, die spitzen derselben abgefallen, auch in der stadt vielen heusern groser schaden geschehen, also daß etliche personen in diesem gewaltigen erschottern der Erden verfallen sind und sich die Leut aus der stadt hinaus in ihre Gärten gemachet haben. Und dergleichen ist anderswo mehr geschehen." [1])

„Dieses Erdbeben Anno 1590 den 5. September als der Himmel hell und still gewesen umb Mitternacht ist auch zu Nürnberg stark empfunden worden." [2])

„1590. Sambstag den 5. September, umb Mitternacht, zwischen 12 und 1 Uhr der Kleinen, als die Stern am Himmel noch gestanden, und der Mond schon erschienen, auch ohne Wind und Ungewitter geweßen, hat sich alhier zu Nürnberg ein Erdbeben erhoben, davon sich nicht fast alle Thürme, sondern auch viel Heußer, mit großen Zittern erschotterten, welches die Leuthe mit großen Schrecken erfahren und gehöret haben, wie dann auch zuvor, zwischen dem Garrauß und eins in die Nacht, eben dergleichen Erdbeben, doch etwas gnädiger gehöret worden, welche alhier, Gott lob glücklich abgangen sein. Zu Herspruck hat sich der Thurn auf dem Michelsberg also erschüttert, das sich das Glöcklein so darinn hangete, sich selbsten bewegte und klangte, deßgleichen hat die Glocken in der Kirchen zu Herspruck auch zween Anschläg in solchem Erdbeben gethan." [3])

„Den 5, 15. Sept. 1590 entstund zu Wien und in selbiger Gegend ein erschreckliches Erdbeben, welches auch an verschiedenen Orten in Wirtenberg verspüret worden." [4])

„Tremblement de terre à Laubach [Laibach?], fut considérable à Vienne en Autriche, en Bohème, dans la Moravie, la Hongrie." [5])

„1590. Den 7. Sept., Erdbeben in Österreich, Ungarn, Böhmen, Mähren, Schlesien, in den Alpen." [6])

„Am 15. September 1590 spürte man ein Erdbeben." [7])

---

kommt, ist wohl in den ehemaligen politischen Zusammenhängen der Herzogtümer Sulzbach und Neuburg begründet. Im Kreisarchiv Neuburg a. D. konnte kein Hinweis auf obige Erdbeben entdeckt werden. — [1]) Enoch Widmanns Chronik der Stadt Hof vom Jahre 1633—1643, herausg. v. Chr. Meyer i. d. Quellen zur Gesch. d. Stadt Hof. Hof 1904, 251 u. f. Ebenso in: Chr. Meyer, Hohenzollerische Forsch. 2, 1893, 352. Bald nach dem Beben erschien: Weindrichii Mart. Commentatiuncula de terrae motu, Vratislav 1591. Dies. Werk wurde „durch die im J. 1590 den 17. Oktober [?] zu Breslau zwar nur gar leidlich, andrer Orten in Deutschland aber ziemlich merklich empfundene Erderschütterung" veranlaßt. Vgl. auch: M. Bernhertz, Terraemotus. Nürnberg 1616, 110. — [2]) Terra tremens, Nürnberg 1670. — [3]) Namenlose Handschrift Nr. 289 des Kreisarchivs Nürnberg, S. 76. Vgl. d. Anm. z. J. 460. Weder aus den Pfarrbüchern noch aus dem Stadtarchiv von Hersbruck konnte ich weitere Anhaltspunkte gewinnen. — [4]) J. U. Steinhofer, Neue Wirtenberg. Chronik 1, Tübingen 1744, 406. — [5]) Guéneau de Montbeillard, Liste chronolog. des Éruptions etc. Dijon et Paris 1761, 551. Vgl. auch: Histoire des anciennes revolutions du globe terrestre. Amsterdam 1752, 279. — [6]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 293. — [7]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit usf. Württ. Jahrbücher f. vaterl. Gesch. usw. Jg. 1850, Stuttg. 1851, 121. Vgl. z. J. 1590 die ausführl. Angaben bei P. v. Radics, Chronolog. Übers. der Wiener Erdbeben, „Erdbebenwarte" 8, 1908/09, 125—128; ferner: J. Schorn, Die Erdbeben von Tirol u. Vorarlberg. Ferd.-Ztschr. 3. F. 46. H. 1902, 132.

1591.

„In dem Pfarrhaus zu Joshofen [bei Neuburg a. D.] ist die Mauer in dem oberen Stübla von dem Erdbidem zerkloben.“ [1])

1593.

„Den 16. Febr. [1593] ist hier [Nördlingen] ein großes Erdbeben 2 Stunden lang verspühret worden, welches viele Camine und Dächer herabgeworffen, auch Tannen und Linden nebst anderen Bäumen mitsambt den Wurtzen aus dem Boden und darnieder gerissen, folglich großen Schaden angerichtet hat.“ [2])

„Erdbeben in Lindau.“ [3])

1595.

„1595 den 28. February, nachdem ein großes gewäßer alhier [in Nürnberg] war, ereignete sich auch ein Erdbeben, welches zwischen dem Frauenthor und Wehrderthürlein zwey Zeil Stein oben in dem Zwinger eingeworfen, wie wohln das große Waßer biß dahin nicht gelanget . . .“ [4])

1598.

„Den 16. Dez. 1598 Erderschütterungen zu Halle in Sachsen.“ [5])

1600.

R. II, 36.

9. Abschnitt.

Das 17. Jahrhundert.

1601.

G. I, 91. — R. III, 18. — G. u. R. 644.

„Anno 1601 den 7. Septembris Morgens umb 9 und 10 Uhren war ein Erdbidem, der riß den Galgenberg [bei Nördlingen] von einander ein guten Theil.“ [6])

„Am 8. Sept. 1601 Erdbeben $^1/_4$ Stund lang nachts 2 Uhr auf St. Jörgen und Emeransturm in Nördlingen beobachtet.“ [7])

„8. Sept. (7. XI.?) am Galgenberg [bei Nördlingen] die sog. Hell eingeworfen.“ [8])

„Am 7. Septembris des Morgens zwischen 5 und 6 Uhr ward ein starkes Erdbeben, welches den Galgenberg [bei Nördlingen] guthen Theils von einandergerissen hat.“ [9])

„1601 den 6. und 7. September in der Nacht ward widerumb alhier zu Nürnberg ein zimblicher Erdbeben, davon die Thüren und Heußer sich sehr erzitterten, gieng Gott Lob ohne Schaden ab.“ [10])

---

[1]) Visitationsberichte des Landgerichts Neuburg a. D. Kreisarchiv Neuburg a. D. Zeichen: A 14046. — [2]) Chronik der Stadt Nördlingen, nach der Wengschen Chronik bearb. v. Marzell Rollwagen und fortgesetzt von Johann Müller. — [3]) Gesch. der Stadt Lindau i. Bodensee 2, Lindau 1909, 278. — [4]) Namenlose Handschrift Nr. 289 des Stadtarch. Nürnberg, S. 76 u. 77. Vgl. die Anm. z. J. 460. — [5]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Jg. 1827, 3. St., Weimar 1827, 293. — [6]) [Nördlinger] Chronik von Siegmund Kießling 1, 200. — [7]) Nördlinger Ratsprotokolle. — [8]) Nördlinger Privatchronik (Mötzel). — [9]) Chronik der Stadt Nördlingen usf., wie Note [2]). — [10]) Namenlose Handschr. usf., wie Note [4]).

„Den 7. septembris, 4 oder 5 stund vor tag, ist zue Nurnberg, Bamberg, Neustadt an der Aisch, Onolzbach, Frankfurt, Ascheburg, Heidelberg usw. ein ungewöhnlich erdbiedem vermerket worden, da sich die gebeude, vornehmlich die hohen thurne, gleich wie eine wiege hin und wieder bewegt, also daß die glocken in denselben geschwanket und sich selbsten geleutet und geklungen, auch die wächter uf den thürmen umb hülf und rettung an etlichen orten geschrien, besorgende, es möchte alles in einen haufen fallen." [1])

„1601. Den 8. September Nachts vmb 2 Vhr spürete man allhier [Memmingen] einen Erdbidem." [2])

„Anno Christi 1601 ist den 7. Sept. umb 2 Uhr nach Mitternacht / im Würtemberger Land / ein Erdbeben / gewesen / so auf 10 Meil empfunden / hat sich an etlichen orten / so starck erzeiget / daß die Glocken in den Kirch-Thürmen sich beweget und angeschlagen / daß die Leute vermeint / man würde Sturm schlagen / ist doch ohne sonders grossen Schaden abgangen." [3])

„Anno Christi 1601 hat sich den 8. Sept. in der Nacht zwischen 1 und 2 Uhr / ein Erdbeben in der ganzen Welt erzeigt. Sleidan. contin. 3. Thl. p. 1100 ex Msc. Den 8. Sept. Nachts zwischen 2 und 3 Uhr / ist zu Nürnberg / Frankfurt / Aschaffenburg / Meintz und andern Orten ein Erdbeben gewesen / hat zu Meintz / 2 grosse Risse in eine Kirche: an andern orten , an Thürmen und Gebäuen grosse Schaden gethan. Zu Nürnberg / hat man von solcher Bewegung die Glocke auf dem weissen Thurn klingen hören." [4])

„Den 8. Herbstmonat morgens um 2 Uhr ist dises Saeculum mit einem erschröckenlichen Erdbidem bezeichnet worden, welcher aller orten [Schweiz] vil Kamin herabgeworffen und alle Häuser und Gebäu mächtig ergellet und erschütteret, daß vil Tachstühl eingefallen und mehr als vil Mauern riß und weite spält bekommen. Der Schlagthon an der Uhr zu St. Peter allhier [Zürich] hatte sich geenderet." [5])

„Anno 1601 den 8. September um 2 Uhr nach Mitternacht wurde ein Erdbeben in dem gantzen Herzogthum Wirtenberg und anderer Orten, ja fast in gantz Teutschland verspüret." [6])

„A. 1601 den 8. Sept. am Morgen zwischen 1 und 2 Uhr war ein erschröckliches Erdbeben, nicht nur in gantz Europa, sondern auch einem Theile Asiens, das hin und wieder grossen Schaden gethan." [7])

„An. 1601 ward am Tage Mariä Geburt [Samstag 8. September] in der Nacht ein grosses Erdbeben in Nürnberg vermerkt, wodurch etliche Häuser in der Stadt sehr erschüttert wurden. Die Leute erschracken darob gar sehr und stunden in grossen Furchten: Es geschahe aber doch kein Schade." [8])

„En mille-six-cent et un, le huitième Septembre, entre un et deux heures après minuit, on ressentit dans toute la Suisse un tremblement. Il ébranla, non seulment la

---

[1]) Enoch Widmanns Chronik der Stadt Hof (vom Jahre 1633—1643), herausg. v. Chr. Meyer in den „Quellen z. Gesch. d. Stadt Hof", Hof 1904, 322 u. f. — [2]) Chr. Schorer, Memminger Chronik. Ulm 1660, 116. — [3]) und [4]) Terra tremens, die zitterend- oder bebende Erde von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670. — [5]) J. Ziegler, Grundlicher Bericht von den natürlichen Ursachen der Erdbidmen. Zürich 1674, 7. — [6]) J. U. Steinhofer, Neue Wirtenberg. Chronik 1, Tübingen 1744, 431. — [7]) J. J. Scheuchzer, Naturgesch. d. Schweitzerlandes 1, Zürich 1746, 189. Vgl. ferner: J. Schorn, Die Erdbeben v. Tirol und Vorarlberg. Ferd.-Zeitschr. 3. F. 46. H. 1902, 134. R. Langenbeck, Die Erdbebenersch. in der oberrh. Tiefebene. Geogr. Abh. aus den Reichslanden Els.-Lothr. 1, 1892, 22 u. f. — [8]) Joannis ab Indagine Beschr. der Stadt Nürnberg 5, Erfurt 1750, 740.

Suisse, mais l'Europe entière et même l'Asie. Il causa par-tout beaucoup d'effroi et en divers lieux non moins de dommage."[1])

„Den 8. September [1601] ein Erdbeben in Memmingen verspürt."[2])

„Am 1., nach Andern am 8. Sept. [1601], spürte man ein weit über Europa bis nach Asien verbreitetes Erdbeben, in Würtemberg war dasselbe besonders in Markgröningen bemerkbar. Sattlers Topographie von Würtemberg S. 241."[3])

„Am 8. Sept. [1601] spürte man ein bedeutendes Erdbeben [in Memmingen]."[4])

„1601. Große Erdbeben, die fast gleichzeitig durch beinahe ganz Europa empfunden werden, besonders auch in der Schweiz."[5])

„1601 am 8. Sept. um 2 Uhr nach Mitternacht wird auch in Ansbach ein heftiges Erdbeben bemerkt."[6])

„Am 8. Sept. 1601 Nachts um 2 Uhr wurde in ganz Europa ein Erdbeben gespürt, welches sich in Württemberg besonders zu Markgröningen und Tübingen bemerkbar machte."[7])

„1601. Erdbeben in Lindau."[8])

„Am 7. und 8. Sept. [1601] früh zwischen 1 und 2 Uhr wurde wieder ein heftiges Erdbeben [in Augsburg] verspürt."[9])

„Das Erdbeben vom 7./8. Sept. 1601 verbreitete sich u. a. auch über ganz Bayern und die Rheinpfalz."[10])

1603.

„1603 den 10. September spürte man ein stark Erdbeben zu Stuttgard."[11])

„In der Nacht des 9. September 1603 erschien eine Feuerkugel, welche Flammen auswarf und mit donnerähnlichem Krachen zersprang, am Tag darauf folgte ein heftiges Erdbeben."[12])

„1603 den 15. September wurde [in Kadolzburg, B.-A. Fürth] ein Erdbeben verspürt."[13])

1605.

„Anno 1605, den 8. Xbris, morgens zwischen 2 und 3 Uhr ist ein großes Erdbeben [in Nördlingen] gewest, also daß die Häußer und die Pettstatt gewackhelt haben, hat aber anderst keinen Schaden gethan, dan daß es den Henr . . . chelberg [schlecht leserlich] hat zerrissen."[14])

---

[1]) M. E. Bertrand, Mémoires hist. et phys sur les tremblements de t. La Haye 1757, 50. Vgl. auch: Guéneau de M., Liste chronolog. des Éruptions de Volcans etc. Dijon et Paris 1761, 553. — [2]) G. v. Ehrhart, Kurze Gesch. d. k. b. Stadt Memmingen. Memmingen 1813, 60. — [3]) F. Schnurrer, Chronik d. Seuch. 2, Tübingen 1825, 151. — [4]) J. F. Unold, Gesch. d. Stadt Memmingen. 1826, 204. — [5]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw., Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 293. — [6]) Euch. F. Chr. Oertel, Georg Ludwig Oeder der erste Rektor b. d. Einweihung des N. Gymnas. in Ansbach am 12. Juni 1737 dargest. b. dess. heurig. Jubelfeier am 12. Juni 1837 nebst ei. Chronik d. St. Ansbach. Ansbach 1837. — [7]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usw. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usw. Jg. 1850, 1. H. Stuttg. 1851, 123. — [8]) Gesch. der Stadt Lindau im Bodens. 2, Lindau 1909, 278. — [9]) N. Augsb. Ztg. v. 19. Nov. 1911, Nr. 263. — [10]) H. Ditzel, D. südwestdeutsche Erdb. v. 20. Juli 1913 i. Vgl. mit anderen bed. Beben Südwestdeutschlands. Sonderbeilage 52 d. Geogr. Anz. 14, 1913, H. 10. Vgl. a.: C. Botzong, Ü. d. Erdb. Südwestdeutschl., insb. ü. d. d. Rheinpf. S. A. aus der Pfälz. Heimatkunde 8, 1912, 74. — [11]) J. U. Steinhofer, Neue Wirtenb. Chron. 1, Tübingen 1744, 434. — [12]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usw. Württ. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usw. Jg. 1850. Stuttg. 1851, 123. — [13]) Chr. Lohbauer, Landchronik 2, Fürth 1895, 264. — [14]) Lempsche Chron. d. St. Nördlingen (Bibl. Maihingen).

„1605 [?] ward in Würzburg ein Erdbeben verspüret, wobei die Erde an einem Orte also einfiele, daß eine Höle bey 60 Klafter tief dabei entstand. Gotfrieds algem. Chron. 1067.“ [1])

1607.

G. I, 91. — R. III, 32.

„Anno Christi 1607 den 15. Juli auf neu Jakobi / frü umb 6 Uhr / ist eine halbe viertel Meil von Würtzburg / an einen Ort / in der Ebersklingen genannt / ein grosser Erdfall / gleich unter sich geschehen / welche Tieffe / als man sie ergründten wollen / in 60 Claffter tief befunden. Etlich Tag hernach / als etliche Personen / das Loch besichtigen wollen / und eines halben Büchsenschusses weit davon gewesen: ist abermals ein stuck Landes / mit grossen Gepolder und Krachen eingefallen. Sleid. cont. 3. Thl. p. 1308.“ [2])

„Im Jahr 1607 eräugnete sich zu Würzburg ein starckes Erdbeben, wovon die Erde an einem Ort 60 Klafter tief versunken.“ [3])

„1607. Erdbeben in Würzburg.“ [4])

„1607, bei Ebersklingen im Würzburgischen, eine Erderschütterung, wenigstens ein Erdfall, 60 Klafter tief. (Nach v. Hoff.)“ [5])

1615.

„In diesem 1615. Jahr hat man an unterschiedenen örtern zwey Erdbeben empfunden / das erste ist im anfang deß Jenners vmb Newhäusel gespürt / zum andern allhier bey vnns in Oesterreich / so wol auch in Vngern vnd Böhmen / ist den 20. Februarij in der Nacht / zwischen drey vnd vier Vhr gegen Morgens ein Erdbeben entstanden.“ [6])

„Im Februario [1615] entstund in Ungarn, Böhmen und Oesterreich ein starkes Erdbeben, welches man am meisten zu Wien und Prag empfunden.“ [7])

1617.

„Donnerstag den 30. January [1617] nachts um 10 Uhr ist Feuer vom Himmel auf den Erdboden gefallen und andern Tags darauf ist [in Nördlingen?] ein starkes Erdbeben erfolget.“ [8])

„5. Juillet [1617], tremblement à Fribourg, un grand rocher tomba sur une maison et l'écrasa.“ [9])

1619.

G. I, 92.

„Anno Christi 1619 den 19. Januarij zwischen 6 und 7 Uhrn Morgens / hat sich ein großes Erdbeben abseyts von Franckfurt a. Mayn West-Nord begeben; welches son-

[1]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Lpz. u. Frankf. 1756, 27. D. Jahr 1605 ist in J. L. Gottfrieds Hist. Chron. 1, Frankf. a. M. 1743, 1067 nicht bestimmt erwähnt. — [2]) Terra tremens v. M. P. S. A. C. Nürnberg 1670. — [3]) M. J. A. W., Chronica od. Sammlg. alt. u. neu. Nachr. v. d. merkw. Erdb. Frankfurt a. M. 1756, 38. Vgl. auch: J. A. E. M, Angest. Betrachtg. ü. die den 1. Nov. 1755 so ausserordentl. Erdb. u. Meeresbewegungen. Augsbg. 1756, 15. — [4]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St. Weimar 1827, 294. — [5]) J. Bögner, D. Erdbeben. Frankf. a. M. 1847, 104. — [6]) M. Bernhertz, Terraemotus d. i. ein gründl. Ber. von den Erdbeben. Nürnberg 1616, 110. — [7]) M. J. A. W., Chronica od. Sammlg. alt. u. neu. Nachr. v. d. merkw. Erdb. Frankf. a. M. 1756, 39. Vgl. auch: J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. und Lpz. 1756, 27. J. L. Gottfried, Hist. Chron. 1, Frankf. a. M. 1743, 1182. P. v. Radics, Chronol. Übers. d. Wiener Erdbeben. „Erdbebenwarte“ 8, 1908/09, 129. — [8]) Chron. der Stadt Nördlingen, nach der Wengschen Chron. bearb. v. M. Rollwagen, fortges. v. J. Müller. — [9]) Guéneau d. M., Liste chronol. des Éruptions de Volcans etc. Dijon et Paris 1761, 557.

derlich in Königstein / Cronberg / Reiffenberg und der Refier / empfunden worden. Selbiger Zeit / hat der Fluß Nidda / so nicht fern davon seinen Lauf hat / aufgehört zu fliessen / biß umb halb zehn Uhr gegen Mittag / da das Wasser nach 3 Stunden wieder kommen." [1])

„26. Janvier [1619], tremblement de terre à Francfort et aux environs." [2])

„1619. Erderschütterung den 19. Januar zu Frankfurt a. M." [3])

1620.

„Den 19. und 20. Februarii [1620] äusserte sich am Rhein, um Boppart, Ober-Wesel, St. Goar, im Nassauischen und in Hessen ein starkes Erdbeben, welches auch zu gleicher Zeit in Wien verspüret worden." [4])

1623.

„Den 29. November äusserte sich ein ziemlich starckes Erdbeben von der Berg-Strasse an bis in die Pfaltz, welches sonderlich das Schloß Starckenburg hart empfunden." [5])

1624.

G. I, 92.

„Im verflossenem 1624. Jahr den 5. Decembris gegen tag nach ein Vhr biß auff drey Vhr / am andern Sonntag des Advents / ist ein solcher Wind gewesen / daß sich auch die Erden vnter vns erbebet hat. Vnd ich halts gantz für ein Erdbeben / in welchem Wind sich auch Donner vnd Plitz hören lassen / bey so vngewöhnlicher Zeit." [6]) [Als Ort kommt Kraftshof bei Nürnberg in Betracht.]

„1624 m. Novbr. hat man abermahl ein ziemlich starkes Erdbeben von der Bergstraßen an bis in die Pfaltz vermercket, welches im Schlosse Starckenburg nicht geringen Schaden verursachet." [7])

„Am 30. November 1624 spürte man in Wildbad ein Erdbeben." [8])

1625.

G. I, 92. — R. II, 30 u. f. — R. III, 32.

[In dieses Jahr fällt das sogenannte Ebermannstädter oder Gasseldorfer Erdbeben. Von einem Beben kann aber zunächst keine Rede sein, was ich durch eine Untersuchung

---

[1]) M. P. S. A. C., Terra tremens. Nürnbg. 1670 o. S. — [2]) Guéneau de M., Liste chronolog. des Éruptions de Volcans etc. Dijon et Paris 1761, 558. Vgl. auch: J. L. Gottfried, Hist. Chron. 2, Frankfurt a. M. 1745, 19. Unglücks-Chronica. Hamburg 1692, die als Quelle Arthusius, Tom. XII, lib. 3, angibt. [3]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St., Weimar 1827, 294. — [4]) J. L. Gottfried, Hist. Chron. 2. Frankf. a. M. 1745, 85. Vgl. auch: J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Lpz. 1756, 28. Dresdener gel. Anz. a. d. Jahr 1756, Sp. 24. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St., Weimar 1827, 294. P. v. Radics, Chronol. Übers. d. Wiener Erdb. „Erdbebenwarte" 8, 1908/09, 129. — [5]) J. L. Gottfried, Hist. Chron. 2, Frankf. a. M. 1745, 174. Vgl. auch: J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Lpz. 1756, 28. Dessen Quelle: Theatr. Europ. 1, 786. M. J. A. W., Chronica od. Sammlg. alt. u. neu. Nachr. v. d. merkw. Erdb. Frankf. a. M. 1756, 40. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St., Weimar 1827, 295. — [6]) M. Zachariae Theobaldi [Pfarrers zu Kraftshof bei Nürnberg] Einfältiges Bedenken / Was von dem Bergfall zu halten / welcher sich in vnserer Nachtbarschafft an dem Berg (die Trutleiden genannt) zwischen Ebermannstadt vnd Gayseldorff / Bambergischen Gebiets / gelegen / anfänglich den (22. Febr.) 4. Martii zwischen 10 vnd 11 Vhr / vormittag / dieses 1625. Jahrs / begeben / vnd noch ferners continuiret. Nürnberg / gedruckt bey Simon Halbmayern [1625]. — [7]) Dresdener gel. Anzeigen a. d. J. 1756, Sp. 24. — [8]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit, merkw. Naturereignisse usw. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch., Geogr., Statist. und Topogr. Jg. 1850, 1. H., Stuttg. 1851, 128.

nachzuweisen versucht habe. Es handelt sich vielmehr um einen Bergrutsch und Bergsturz mit leichten Bodenerzitterungen als Begleiterscheinung. Ich verweise auf meine Abhandlung „Der Gasseldorfer Bergrutsch von 1625“ [1]), in der die einschlägige Literatur verarbeitet und aufgeführt ist.]

1626.

G. I, 92.

„Am 21. Januarii hatte sich zu und um Worms ein starkes Erdbeben geäussert, wovon die Thürme und Häuser sehr erschüttert worden.“ [2])

1628.

„1628 im Dez. verspürte man in Mecklenburg ein Erdbeben.“ [3])

„1628 wurde in Kadolzburg [B.-A. Fürth] ein Erdbeben verspürt.“ [4])

1629.

„Mit dem Jahr 1629 endete die Theuerung, weil außer einer kurzen Kälte, welche auf die Erdstöße des 27. Januar folgte, ...“ [5])

1638.

„1638. Den 3. Februar war ein so starkes Erdbeben [in Dinkelsbühl], daß sich gleichsam männiglich des jüngsten Tags vermuthet.“ [6])

„Die nördliche alte Welt durch Erdbeben erschüttert.“ [7])

„Den 16. junii [1638] abends nach 5 Uhr erhub sich [in Hof] ein erschröcklich und schneller Sturmwind, welcher in der kirchen auf dem schülerchor, da doch kein Fenster offen gewesen, ein großer kasten vonstatten geruckt, item ein tafelfenster gegen Herrn Hendelshaus zu herausgestoßen, item ein pfeiler, mit schiefer gedeckt, bey der capelmühl abgedeckt, einen Holzstoß umgeworffen, an theils orten das feuer aus dem ofen gewehet und viel andere Dinge mehr verübet und das am meisten zu verwundern ist, sonst allernächst um die stadt und auf dem lande nichts gespüret worden.“ [8]) [Vielleicht kommt auch ein Erdstoß in Betracht.]

1640.

„Nuit du trois au quatre Avril à $3^{1}/_{4}$ heures après minuit, deux jours avant la pleine lune. Trois secousses considérables accompagnées d'un bruit comme d'une voiture très-chargée à Malines, Brusselles, Anvers, Mons, Namur, Cambrai, en Hollande, en Zélande

---

[1]) Heimatbilder aus Oberfranken 3, 1915, 174—185. — [2]) J. L. Gottfried, Hist. Chron. 2, Frankfurt a. M. 1745, 229. Vgl. auch: Dresdener gel. Anz. a. d. Jahr 1756, Sp. 25. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St., Weimar 1827, 295. — [3]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. und Leipzig 1756, 30. Dessen Quelle: Theatr. Europ. I, 1146. Vgl. auch: J. L. Gottfried, Hist. Chron. 2, Frankf. a. M. 1745, 294. Guéneau d. M., Liste chronol. des Éruptions de Volcans etc. Dijon et Paris 1761, 561. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Jg. 1827, 3. St., Weimar 1827, 295. — [4]) Chr. Lohbauer, Land-Chronik 2, Fürth 1895, 264. — [5]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usw. Württemb. Jahrbüch. für vaterl. Gesch. usf. Jg. 1850, 1. H. Stuttg. 1851, 130. — [6]) Handschr. Chron. d. Joh. Matth. Metzger in Dinkelsbühl, „Beyträge“ Bd. 3, S. 406. Vgl. auch den Bericht der M. Mögelinschen Chronik (ungefähr 1722), „Papierfoliant“ i. d. Reg.-Bibl. z. Ansbach. — [7]) F. Schnurrer, Chron. d. Seuchen 2, Tübingen 1825, 181. — [8]) Chronik der Stadt Hof vom Jahre 1633—1643, herausg. von Chr. Meyer in den „Quell. zur alten Gesch. des Fürstenth. Bayreuth“ 2. Bayreuth 1896, 97.

dans la Frise, dans la Gueldre, dans le Pays de Luxembourg, à Francfort sur le Mein, en Westphalie, sur les Frontières de France, à Metz etc."[1])

1641.

„Um diese zeit [28. November 1641] hat sich auch in Oelsnitz ein groß erdbeben eräugnet."[2]) [Ein Oelschnitz liegt sw. von Münchberg, ein Oelsnitz ö. von Zwickau.]

1642.

G. I, 92.

„Den 1. martii ist zur mittagszeit bei dieser stadt [Hof] ein iählinger fall, als wie ein harter schlag, iedoch nicht von iedermann, sondern nur in manchen häusern gehöret worden; etlichen ist es gar wie ein erdbeben fürgekommen. Dergleichen ist auch zu Plauen verspüret worden. Item leute, so eben damals wegen der streifenden rotten und partien sich in klüfte und steinholen derer felsen verkrochen gehabt, denen ist es fürgekommen, es bewege sich der ganze steinfelsen."[3])

„Anno 1642 den 18. November in der Nacht war ein großes Erdbeben."[4])

„1642. In Holland, um Cölln, Maynz, Darmstadt und Speyer verspürte man den 18. (28.) Nov. Nachts um 12 Uhr etwas von einem Erdbeben."[5])

1645.

„1645. Den 26. Aug. Erdstöße bei Halle in Sachsen."[6])

1648.

„Am 10. Dezember [1648] spürte man in Schwaben ein heftiges Erdbeben."[7])

1650.

„1650. Den 6. und 7. May und 6. Septr. Erdbeben in der Schweiz; in Basel stürzen viele Häuser ein; wiederholt sich im November und den 18., 20. und 25. Oktober in Zürich."[8])

„Wiederholt wurden die Einwohner [Lindaus] durch starke Erdbeben in Schrecken versetzt. Am 7., 20. und 25. Oktober 1650 erfolgten heftige Erdstöße."[9])

[1]) Guéneau de M., Liste chronol. des Éruptions de Volcans etc. Dijon et Paris 1761, 564. Vgl. auch: Unglücks-Chronica. Hamburg 1692 o. S. Histoire des anciennes revolutions du globe terrestre. Amsterdam 1752, 287. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Jg. 1827, 3. St., Weimar 1827, 296. — [2]) Chron. der Stadt Hof vom Jahre 1633—1643, herausg. von Chr. Meyer in den „Quell. z. alt. Gesch. des Fürstenth. Bayreuth" 2. Bayreuth 1896, 149. Vgl. auch: H. Wirth, Chron. d. St. Hof nach Enoch Widmann. Hof 1843, 486. — [3]) Chron. d. St. Hof usf. wie in Anm. 2, jedoch S. 151. Vgl. a.: H. Wirth, Chron. d. St. Hof nach E. Widmann. Hof 1843, 488. — [4]) Joh. Ulr. Steinhofer, Neue Wirtenberg. Chronik 1, Tübingen 1744, 556. — [5]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Lpz. 1756, 37. Dessen Quelle: Theatr. Europ. IV, 902. Vgl. auch: J. L. Gottfried, Hist. Chron. 2, Frankf. a. M. 1745, 839. Dresdener gel. Anzeigen a. d. Jahr 1756, Sp. 118. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, 3. St., Weimar 1827, 297. K. Pfaff, Nachrichten über Witterung, Fruchtbarkeit usf. Württemb. Jahrb. für vaterl. Gesch. usw. Jg. 1850, Stuttg. 1851, 133. — [6]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie, Geologie und Naturgesch. des Inn. d. Erde. Jg. 1827, 3. St., Weimar 1827, 297. — [7]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usf. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usw. Jg. 1850. Stuttg. 1851, 134. — [8]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usf. Jg. 1827, Weimar 1827, 297. — [9]) Geschichte der Stadt Lindau im Bodensee 1, Lindau 1909, 107 u. f. Vgl. auch: Gesch. d. Stadt Lindau i. Bodensee 2, Lindau 1909, 278.

1651.

„Am 9. März [1651] Abends begannen Erdstöße, welche am 19. Nachts in ein sehr heftiges Erdbeben ausbrachen, das durch schnell auf einander folgende Stöße und furchtbares Krachen die Leute arg erschreckte und erst am 11. April vor Mittag mit einem starken Stoße endigte."[1])

1652.

R. II, 40.

„Das Erdbeben [in Memmingen] vom J. 1652 erwähnt Schorer [i. s. Memminger Chronik v. 1660] nicht, obwohl er noch im gleichen Jahre zu Basel einen „Diskurs vom Erdbidem des 1652. Jahres" drucken ließ."[2])

1654.

„Ao. 1654 gabs viel Erdbeben im Herzogthum Würtenberg / und sonderlich in Tübingen. Die Leuthe / so gleich in der Kirche gewesen / sind in ihren Kirch-Stühlen gewieget worden: Die Wach- und Kirch-Glocken haben sich beweget und angeschlagen / auch sind viel Schornsteine eingefallen."[3])

„Anno 1654 den 7. Mart. hatte man nachts ein Erdbeben."[4])

„1654 in Schwaben."[5])

„Erdbeben am 7. März [1654]."[6])

1655.

„Anno 1655 umb den Ausgang deß Martij / wurden zu Straßburg und im Würtenberger-Land unterschiedliche starcke Erdbidem vermerckt."[7])

„Anno 1655 sind in der Eidgenoßschaft an dem Rheinstrom und anderstwo verschiedene Erdbidem verspürt worden."[8])

„Anno 1655 in dem Monat Martio wurden zu Tübingen, Reitlingen, Rotenburg, Bebenhausen, Stuttgard, Canstatt und vielen anderen Orten mehr unterschiedliche Erdbeben, sonderlich zu Tübingen den 19., 24. und 30. dieß verspüret, dadurch die Häuser also erschüttert worden, daß man selbige sprießen oder stützen müssen. Ein Stück von dem Wahl an dem Schloß zu Tübingen und die Ziegel auf denen Dächern fielen ein."[9])

„1655. Den 3. April ängstigten verschiedene starke Erderschütterungen die ganze Stadt [Dinkelsbühl]. Kernsche Chronik."[10])

„Am 19. Mai (?) 1655 brach ein Erdbeben aus, welches vornehmlich zu Tübingen sich heftig äußerte; seine Erschütterungen endeten völlig erst am 14. April."[11]).

[1]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usf. Württ. Jahrbücher f. vaterl. Gesch. usw. Jg. 1850, Stuttg. 1851, 135. Terra tremens, Nbg. 1670, meldet zum J. 1651: „Pulsus terrae bei Laucha". — [2]) Memminger Chronik des Fr. Clauß, herausg. von Fr. Döderlein. Memmingen 1894, 13. — [3]) Unglücks-Chronica Vieler Grausahmer und erschreckl. Erdbeben. Hamburg 1692 o. S. — [4]) J. U. Steinhofer, Neue Wirtenberg. Chron. 1, Tübingen 1744, 599. — [5]) W. L. Gräfenhahn, Physikal. Gedanken von der Entst. d. Erdb. Bayreuth und Hof 1756, 7. — [6]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usw. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usw. Jg. 1850. Stuttgart 1851, 136. — [7]) Terra tremens v. M. P. S. A. C. Nürnberg 1670 o. S. Vgl. auch: Theatr. Europ. VII, 857. J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. und Leipzig 1756, 40. J. L. Gottfried, Hist. Chron. 2, Frankfurt a. M. 1745, 1143. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Jg. 1827. Weimar 1827, 298. — [8]) J. Ziegler, Grundl. Ber. v. d. natürl. Urs. d. Erdbidmen. Zürich 1674, 8. — [9]) J. U. Steinhofer, Neue Wirtenb. Chron. 1, Tübingen 1744, 602. — [10]) Handschr. Chron. d. Joh. Matth. Metzger in Dinkelsbühl, „Beyträge" 1, 823. — [11]) K. Pfaff, Nachrichten über Witterung usf. Württemb. Jahrb. f. vaterl. Gesch. usw. Jg. 1850. Stuttg. 1851, 136. Vgl. zu d. Jahren 1654 und 1655 auch: Württemb. Vierteljahrsh. f. Landesgesch. 4, 1881, 11 u. f.

1659.

„Den 3. July [1659] in der Nacht zwischen 1 und 2 Uhr ist allhier zu Nördling ein hartes Gewitter mit Donnern und Blitzen und einem Erdbeben gewesen, welches nicht nur an Häußern und Gebäuen, sondern auch an Bäumen in den Gärten großen Schaden getan hat. Dabei wurde der hiesigen Schüzen Neu erbautes Schieß-Haus und Kleine Schießhäuslein platt über einen Hauffen geworffen.“ [1])

„1. Juli [1659] nachts zwischen 1 und 2 Uhr [Erdbeben]. Bäume mit der Wurzel ausgerissen. Stahlschützenhaus eingestürzt.“ [2])

1661.

„Anno 1661 sind in der Eidgenoßschaft an dem Rheinstrom und anderstwo verschidene Erdbidem verspürt worden.“ [3])

1665.

„Anno 1665 sind in der Eidgenoßschaft an dem Rheinstrom und anderstwo verschidene Erdbidem verspürt worden.“ [4])

1666.

R. II, 40.

„Anno 1666 sind in der Eidgenoßschaft an dem Rheinstrom und anderstwo verschidene Erdbidem verspürt worden.“ [5])

„A. 1666 spürte man Erdbeben. Den 1. Sept. zu Arbon am Bodensee und umliegenden Orten.“ [6])

1667. [7])

G. I, 92. — R. II, 41.

1669.

R. II, 41.

„Auf Erden ist unter den vielen schreckhaften Zufällen der Einfall eines Berges zu Saltzburg [Mönchsberg [8])] am 6. (16.) Julii morgens um 2 Uhr denkwürdig, welcher die St. Marci Kirch, Frauen Capel, Seminarium und 13 Häuser eingeschlagen, darinn 220 Personen überdecket; ferner das Erdbeben zu Griegisch Weissenburg am 5. (15.) August, sodann am 20. (30.) Sept. um Mittag zu Straßburg und im Niederelsaß 3 starke Erderschütterungen.“ [9])

1670.

G. I, 92. — R. II, 41. — R. III, 18 u. 33. — G. u. R. 644.

„1670. Den 22. Januar Erdstöße zu Halle in Sachsen.“ [10])

„1670. Den 12. April Morgens zwischen 2 und 3 Uhr ist [in Dinkelsbühl] die Zwinger Mauer bey dem Capuziner Kloster bis gegen den Bauhof hinunter durch ein Erdbeben an die 42 Klafter lang aus dem Grund erhöbt und zu Boden geworfen worden.“ [11])

---

[1]) Chronik der Stadt Nördlingen, nach der Wengschen Chronik bearbeitet von M. Rollwagen und fortgesetzt von J. Müller. — [2]) Nördlinger Privatchronik von Mötzel. — [3]) [4]) u. [5]) Jakob Ziegler, Grundlicher Bericht von den natürlichen Ursachen der Erdbidmen. Zürich 1674, 8. — [6]) Johann Jakob Scheuchzer, Naturgeschichte des Schweitzerlandes 1, Zürich 1746, 191. Vgl. auch: M. E. Bertrand, Mémoires historiques et physiques sur les tremblements de terre. La Haye 1757, 66. — [7]) Vgl. auch: A. Perrey, Mémoire sur les tremblements de terre dans le bassin du Danube. Annales des sciences physiques et naturelles, d'agriculture et d'industrie 9, 1846, 346. — [8]) Vgl. Zillner, Gesch. der Stadt Salzburg 1, 1885. — [9]) J. L. Gottfried, Hist. Chron. 3, Frankfurt a. M. 1759, 126. Vgl. auch: Unglücks-Chronica. Hamburg 1692 o. S. — [10]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Jg. 1827. Weimar 1827, 300. — [11]) Handschr. Chron. d. Joh. Matth. Metzger in Dinkelsbühl, „Beyträge“ 3, 414.

„Ao. 1670: 9. Mai. Ist [in Alfeld bei Hersbruck] zu Nacht bei ganz hellen und klarem Wetter gleich sub novi lunio hora prima ein grausames Erdbeben gewesen, also daß es mir mein Bett, darinnen ich dermaln gelegen, etwas in die Höhe gehoben, hat sich bis in Tyrol erstreckt, allwo es den größten Schaden getan."[1])

„Anno 1670 den 7. Julij / umb der kleinen Uhr: oder 2 fast nur ein und drey viertel Stund vor Tags / hat sich zu Nürnberg ein Erdbeben erhaben / dergleichen in 69 Jahren keines allda vorgangen / und in 322 Jahren nicht mehr als 4 aufgemercket worden / dieses ist unterschiedlich gefühlet worden. In vielen Häusern / haben es / sonderlich starck schlaffende (weiln es bald hinüber gangen) gar nicht; in manchem Haus / etwan eine Person: in theils Häusern / alle / mit Forcht und Schrecken empfunden. Es haben einige gefühlet / als sich ihr Bett als eine Wiege bewegte / so auch mir beschehen: Andere so starck / daß sie besorget aus dem Bette zu fallen / so auch Wenigen widerfahren. In manchem Haus hat die Haus-Glocken sich beweget und geläutet / auch wol in Stuben / Gläser und Schalen von Simbsen abgeworffen: In etlichen Häusern / hat sich so ein starckes Krachen hören lassen / daß selbe Innwohner / mit Forcht / Einfallens beförcht. Auf dem Grempel- (oder so genannten Seu-) markt so zwischen 2 Flüssen der Pegnitz und 2 Brucken gegen Niedergang liget haben sich selbe Brucken und Häuslein so starck beweget / daß die darinn Wohnende sich heraus begeben / dem Einfall zu entfliehen / hat aber über ein viertel Stund nicht gewähret / und ist ohne Schaden hinüber gangen. Es ist aber dieses sonderlich mit stillschweigen nicht zu übergehen: daß / ehe der Pulsus angangen / sich in verschiedenen Häusern / was Klopffen an Thüren / als ob jemand in das Gemach wolte: auch vor- oder über der Schlaffkammer ein starckes Gehen und Traben / mit was Krachen als wann Thüre geöffnet würden / sich hören lassen / auch in einem und andern Haus Thüren aufgangen: darob die Leut hefftig erschrocken / geruffen wer da wäre? oder hinein wolte? Und weil sie nicht anders vermeynet; Diebe im Haus zu stehlen / vorhanden wären / sie Liechter angezündet / das Haus / theils mit blosen Degen durchsuchet / aber nichts funden. Die so nicht alsbald aufgestanden / in Forcht und Schrecken ligen blieben / haben gefühlet / daß das Bett sich etlich mal auf die Höhe geschucket / dann sich zu beyden Seiten in was gewieget. Welches nicht nur hier in der Stadt / sondern auch auf dem Land bevorab in einem vornehmen Schloß / so wenig Meiln von hier vorgangen."[2])

„Zu Memmingen, Lindau, Leutkirchen, Kämpten und andern Orten dieses Beben vom 17. Juli 1670 ebenfalls verspürt worden."[3])

„Den 7. Heumonat morgens um 2 Uhr war abermaln durch die gantz Eidgenoßschaft ein erschüttung der Erden bemerket, der nam einen außbruch in dem Tyrol, verfälte in der Stadt Hall etliche Häuser."[4])

„1670. Den 7. July, zu frühe, zwischen drey und zwey gen tagen, ist alhier zu Nürnberg, wie auch in Bayerland und Österreich, ein starckes Erdbeben geweßen, welches Gott Lob aller Orthen gnädig abgangen ist."[5])

---

[1]) K. Schornbaum, Zur Gesch. des Dorfes Alfeld u. s. Umg. 59. Jahr.-Ber. d. hist. Ver f. Mfr. Ansbach 1912, 7. Fußt auf den Aufzeichnungen des Alfelder Pfarrers Rüdel. — [2]) Terra tremens, die zitterend oder bebende Erde von M. P. S. A. C. Nürnberg 1670 o. S. — [3]) Wehmütig. u. s. klägl. Schreib. aus Hall i. Innthal, d. grausame, erschröckl. u. erbärml. Erdb. u. Erschüttern selbiger Stadt betreffend. Gedr. i. J. 1670. — [4]) J. Ziegler, Grundl. Ber. v. d. natürl. Urs. d. Erdbidmen. Zürich 1674, 8. — [5]) Namenlose Handschr. Nr. 289 des Kreisarchivs Nürnberg, S. 77. Vgl. die Anm. z. J. 460.

„Auf der Erden hat sich am 7. (17.) Julii [1670] des Morgens um 3 Uhr ein starckes Erdbeben durch Francken, Bayern, Schwaben und Tyrol und zwar besonders zu Nürnberg, Regenspurg, Donawerth, Augspurg, Lindau, Memmingen, Leutkirchen, Kempten, Insprug und am allerstärcksten zu Hall im Innthal spühren lassen." [1])

„Am 17. July [1670] verspührte man abermals ein Erdbeben [in Dinkelsbühl], aber ohne Schaden." [2])

„Den 7. July [1670] ein Erdbeben in Memmingen verspürt." [3])

„1670. Erdbeben in Unterbaiern." [4])

„Den 17. Juli [1670] Erdstöße zu Regensburg, Donauwörth, Wildungen, Nürnberg, Augsburg, Hall in Tyrol, Lindau, Inspruck, Schwatz, Venedig; sie dauerten mehrere Tage." [5])

„Le tremblement du 17. juillet [1670] ébranla tout le Tyrol et la Bavière, de Ratisbonne à Venise, pendant trois ou quatre nuits, suivant Brewer (Hist. univ. **10**, 183)." [6])

„Ein Erdbeben verspürte man am 7. Juli 1670 [in Berolzheim]." [7])

„1670 richteten die Erdstöße in Lindau keinen Schaden an, während sie im Schwäbischen mehrere Häuser zerstörten und mehrere Tage anhielten, sodaß die Einwohner auf die Felder flüchteten." [8])

„Den 2. Christmonat 1670 abends um 3 Uhr wurde [in Zürich] die Erde bewegt." [9])

1674.

„Sontags den 6. Christmonats morgens um 9 Uhr ward ein starker Erdbidem durch die ganze Eidgenoßschaft und angräntzende Länder verspüret." [10])

„Am 6. Dezember dieses Jahres [1674] hat man auch zu Colmar und Basel einige leichte Erderschütterungen verspüret." [11])

„A. 1674 ward den 6. Dez. fast in gantzer Eidgenoßschaft und angräntzenden Landen ein ungewöhnliches Erdbeben so starck gespürt, daß man sich an einigen Orten eines plötzlichen Einfalls der Gebäuden vermuthet. Rahn, Eydgenoßische Chron. p. 1035." [12])

---

[1]) J. L. Gottfried, Histor. Chron. **3**, Frankf. a. M. 1759, 137. — [2]) Handschr. Chron. d. Joh. Matth. Metzger in Dinkelsbühl „Beyträge" **1**, 823. Dessen Quelle: „Mögelin". — [3]) G. v. Ehrhart, Kurze Gesch. d. k. b. St. Memmingen im Illerkr. Memmingen 1813, 60. — [4]) Bauernzeitg. aus Frauendorf **2**, 1820, Nr. 50. [Frauendorf liegt bei Vilshofen]. — [5]) Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Jg. 1827. Weimar 1827, 300. — [6]) A. Perrey, Mémoire sur les tremblements d. t. dans le bassin du Danube. Annales de sciences phys. et nat., d'agricult. et d'industr. **9**, 1846, 406. — [7]) K. F. Stark, Z. Gesch. d. Ortschaften im Bezirksamt Gunzenhausen. Beilage zum Gunzenhauser Anzeigeblatt **38**, 1902, Nr. 13. — [8]) Gesch. der Stadt Lindau im Bodensee **1**, Lindau 1909, 107 u. f. Zum Beben vom 7. (17.) Juli 1670, vgl. ferner: A. Bittner, Beiträge zur Kenntnis d. Erdb. von Belluno vom 29. Juni 1873. Sitz.-Ber. der math.-naturw. Cl. d. Kais. Akad. d. Wiss. **69**, 2. Abt., Wien 1874, 603. Dresdener gel. Anz. a. d. J. 1756, Sp. 194. Das Bayerland **13**, 1902, 396. Dessen Quelle: Happelius, Kern-Chronika. [Mit kurz. Bem. ü. Nürnberg, Augsburg, Regensburg und Donauwörth]. Geiger, Theatr. Europ. **10**, 2. T., S. 393. J. F. Seyfart, Alg. Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Lpz. 1756, 48 u. f. [Mit näher. Ang. ü. Donauwörth, Wildungen, Nürnberg und Augsburg]. Chr. G. Gumpelzhaimer, Regensburgs Gesch., Sag. u. Merkw. Regensburg 1830. G. H. O. Volger, Unters. ü. d. Phänom. d. Erdb. i. d. Schweiz **1**, Gotha 1857, 105. J. Schorn, Die Erdbeben von Tirol und Vorarlberg. Ferd.-Ztschr. 3. F. 46. H. 1902, 137 u. f. [Bringt auch Angaben über bayer. Orte.] Württemb. Vierteljahrsh. für Landesgesch. **4**, 1881, 14. — [9]) und [10]) J. Ziegler, Grundl. Ber. v. d. natürl. Ursachen d. Erdbidmen. Zürich 1674, 8. — [11]) J. L. Gottfried, Hist. Chron. **3**, Frankf. a. M. 1759, 192. — [12]) J. J. Scheuchzer, Naturgesch. d. Schweitzerl. **1**, Zürich 1746, 191.

1675.

„Wir haben von den 1356, 1675 geschehenen und anderen Erdbebungen [in Rothenburg o. T.] keine genauen und umständlichen Nachrichten.“ [1])

„Aus dem Reich der Natur ist anzumerken, daß am 12. Januar [1675] frühe um 4 Uhr zu Eger 2 starke Stösse und nach 3 Tagen abermahl etliche gelindere Stösse eines Erdbebens und am 16ten Abends um 5 Uhr ein plötzlich Licht und Bewegung des gantzen Bergs gespühret, dabey ein Geräusch und Erdgeheul gehöret worden.“ [2])

1678.

„1678 den 2. January, ein wenig vor Mitternacht, nachdem alhier [in Nürnberg] ein Sturmwind und starckes Wetter geweßen, soll unter diesem Wetter ein Erdbeben gespüret worden sein.“ [3])

1679.

„Den 27. Januar [1679] ein Erdbeben in Memmingen verspürt.“ [4])

„Starke Erdstöße in Lindau.“ [5])

1681.

„Im Januar des 1681. Jahres verspürete man zu Hanau, auch zu Frankfurt, Maynz und vielen andern dort herum gelegenen Orten ein Erdbeben, durch dessen starke Bewegung nicht allein das im Mayn dicht zusamen gefrorne Eiß, worüber man mit geladenen Last- und Güterwägen faren konte, in Stücken zerbrach, sondern auch die gefrorne Erde von einander springen müssen.“ [6])

„Am 10. Januar [1681] in der Stadt Candia auf Creta ein Erdbeben. Um gleiche Zeit hat man eine Erderschütterung zu Hanau, Frankfurt und Maintz gespühret.“ [7])

„Den 27. Januar [1681] in Memmingen ein Erdbeben.“ [8])

„[1681] Starke Erdstöße in Lindau.“ [9])

1682.

G. I, 92.

„Ao. 1682 am 2. May / Morgens zwischen 2 und 3 Uhren wurde nicht allein in der Stadt Basel / sondern auch an dem gantzen Rheinstrohm hinab / an der Mosel / in Lothringen / Burgundien / ja gar in Frankreich ein ziemlich hartes Erdbeben mit 2 starken Stössen auffeinander verspühret / wodurch viel tausend Gebäue grosse Ritzen und Spalten bekamen.“ [10])

[1]) J. A. P. Gesner, Natürl. Gesch. des Wildbades Rothenburg o. T. Rothenburg 1768. — [2]) J. L. Gottfried, Hist. Chron. 3, Frankf. a. M. 1759, 207. — [3]) Namenl. Handschr. Nr. 289 des Kreisarchivs Nürnberg S. 77. Vgl. die Anm. zum J. 460. — [4]) G. v. Ehrhart, Kurze Gesch. d. k. baier. Stadt Memmingen. Memmingen 1813, 60. — [5]) Gesch. d. St. Lindau i. Bodensee 2, Lindau 1909, 278 und 1, 2. Abt. 107 u. f. — [6]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. der Erdb. Frankf. u. Leipz. 1756, 60. Vgl. auch: Theatr. Europ. XII, 382. Dresdener gel. Anz. aus dem J. 1756, Sp. 250. — [7]) J. L. Gottfried, Hist. Chron. 3, Frankf. a. M. 1759, 288. — [8]) G. v. Ehrhart, K. Gesch. der k. b. Stadt Memmingen. Memmingen 1813, 61. — [9]) Gesch. d. St. Lindau i. Bodens. 1, 2. Abt., Lindau 1909, 107 u. f. — [10]) Unglücks-Chronica. Hamburg 1692 o. S. Deren Quelle: Kern-Chronica v. J. 1682, 56. Vgl. a.: J. F. Seyfart, Alg. Gesch. d. Erdb. Frkf. u. Lpz. 1756, 61. Er nennt: „Mez, Nanci, Barleduc, Remiremond, Straßburg u. Basel.“ Württemb. Vierteljahrsh. f. Landesgesch. 4, 1881, 15.

„1682. Den 12. May früh zwischen 2 und 3 Uhr ist in der Stadt allhier [Dinkelsbühl] ein großes Erdbeben verspührt worden, sogar daß sich bey dem Tuchmacher Caspar Frank in der langen Gasse die Haustüre eröfnet.“ [1])

„12. Mai [1682] Morgens 3 Uhr war in Lauingen ein heftiges Erdbeben.“ [2])

„Das Erdbeben von Remiremont vom 12. Mai 1682 wurde u. a. am Bodensee und in der bayerischen Rheinpfalz gespürt.“ [3])

„Am 16. Januar des 1682. Jahres entstunde zu Trübenhausen in Hessen ein Erdbeben zugleich mit häufigen Anlaufen und Schwällung des Gewäßers ein solch gewaltiges Krachen, Bewegen und Erschüttern der Erde, daß ein Stück von einem Berge eingeschossen, davon drei Häuser mit Menschen und Viehe bedeckt worden.“ [4])

„Am 10. Januar 1682 spürte man zu Tübingen ein Erdbeben. Auch am 1. Mai 1682 gab es ein Erdbeben.“ [5])

1685.

„Am 20. März 1685 spürte man zu Tübingen Erdstöße.“ [6])

1686.

„Starke Erdstöße in Lindau.“ [7])

„Erdbeben in Lindau.“ [8])

1687.

R. II, 41.

„Starke Erdstöße in Lindau.“ [9])

„Erdbeben in Lindau.“ [10])

1689.

G. I, 92.

„Den 11. (21.) Dez. 1689 wurde Innsbruck heftig erschüttert. Auch ist dieser erdbeben zu Augsburg und mehren orten, wie wohl mit fast weniger würckung gespühret worden.“ [11])

1690.

G. I, 93. — R. II, 42. — G. II, 4. — R. III, 5, 18 u. 33. — G. u. R. 645.

„Anno Christi 1690 den 8. Januarii entstund zu Inspruck umb die Mitternacht ein Erdbeben / dergleichen man an andern orthen / sich niehmahls erinnern kunte / welches

---

[1]) Handschr. Chron. des J. M. Metzger in Dinkelsbühl, „Beyträge“ 3, 415. Seine Quelle: Mich. Mögelins Chron. — [2]) B. Meyer, Chron. d. Stadt Lauingen. Dillingen 1866, 417. — [3]) H. Ditzel, Das südwestd. Erdb. vom 20. Juli 1913 im Vergleich mit andern bedeutenden Beben Südwestdeutschlands. Sonderbeilage 52 des Geogr. Anz. 14, 1913. — [4]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Lpz. 1756, 60 u. f. Vgl. a.: Theatr. Europ. XII. J. L. Gottfried, Hist. Chron. 3, Frankf. a. M. 1759, 301 setzt das Ereignis ins Jahr 1683. Dresdener gel. Anz. a. d. J. 1756, Sp. 289. Ch. Keferstein, Ztg. für Geognosie usw. Jg. 1827. Weimar 1827, 302. — [5]) K. Pfaff, Nachrichten ü. Witterung usw. Württemb. Jahrbücher für vaterl. Gesch. usf. Jg. 1850. Stuttg. 1851, 140. — [6]) K. Pfaff wie vorher, aber S. 141. — [7]) Gesch. d. St. Lindau i. Bodensee 1, 2. Abt., Lindau 1909, 107 u. f. — [8]) Gesch. d. St. Lindau i. B. 2, Lindau 1909, 278. — [9]) Gesch. d. St. Lindau i. B. 1, 2. Abt., Lindau 1909, 107 u. f. — [10]) Gesch. d. St. Lindau i. B. 2, Lindau 1909, 278. — [11]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Lpz. 1756, 68. Vgl. a.: Theatr. Europ. XIII, 1356. Dresdener gel. Anz. a. d. J. 1756, Sp. 298 u. f. F. Schnurrer, Chron. der Seuchen 2, Tübingen 1825, 220. [Nennt als Tag den 22. Dez. Quelle: Hanauer Ztg.] J. Schorn, Die Erdb. v. Tirol u. Vorarlberg. Ferd.-Ztschr. 3. F. 1902, 153.

sich so grausam erzeigete / daß die meisten Häuser zur Erden stürzten und über 600 Personen ums Leben kamen. Kern-Chronica von Anno 1690 p. 6.“ [1])

„9. Nov. 1690 ein Erdbeben von vielen Hunderten [in Nördlingen] beobachtet doch ohne Schaden.“ [2])

„Den 24. Nov. (4. Dez.) besagten Jahres [1690] schreckte ein Erdbeben das ganze Schwabenland und zumahl die Reichsstadt Nördlingen. Die Erde fieng Nachmittags 1 Viertbel nach 3 Uhr an zu erschüttern. Es zitterten die Thürme und die kleinen Glocken schlugen hie und da an; hangende Dinge bewegten sich hin und her. Am meisten mußte man sich darüber wundern, daß die 3 zu denen Schlaguhren bestimmte Glocken, deren 2 auf dem Kirchthurm, die 3te aber auf dem sogenannten Birnthor[3]) hänget, jede 16 mahl anschlugen; dahingegen diejenigen Glocken, mit welchen man zum Gottesdienst zu läuten pfleget, zwar in Schwung gebracht, jedoch von ihren Klöpfeln nicht berühret wurden. Der Stadt-Wächter, so in der Höhe des Thurmes seine Wohnung hatte und mit seiner ganzen Familie darüber erstaunte, konte das gräßliche Wackeln des Thurmes, als welches er selbst mit Augen sehen und dessen plötzlichen Einsturz gewärtigen mußte, nicht genugsam beschreiben. Er entschloß sich zwar, nebst denen Seinigen die Flucht zu ergreifen, wannenhero er auch mit schnellen Schritten 2 Stiegen herabeilete; nachdem er aber vermerkte, daß das Erdbeben nachzulassen begunte, ohngeacht der Thurm noch ein wenig zitterte, stieg er wieder hinauf. Dieser Thürmer versicherte nachgehends, es habe sich der Thurm von Mittag gegen Mitternacht, und wiederum rückwärts, hin und her beweget; ein anderer Bürger betheuerte, er habe auf der Spitze besagten Thurms ein Zittern der Wetterfahne wahrgenommen, und, nachdem er etliche Glockenschläge gehöret, gesehen, daß der Thurm 3 bis 4 mahl von Südwest gegen Nordosten, und wiederum zurück, stark beweget worden. Welche Aussage auch mit dem Zeugniß vieler andern, so unter obgedachtem Thor gestanden, und alle Augenblick besorget, der Thurm möchte ein gegen Nordosten stehendes Haus zerscheitern, gleichstimmig war. Ein Faulbett, so in einem gewissen Hause stund, wurde von dem Kopf bis zu den Füsen, und wieder rückwärts, gleichsam gewieget; ein anderes Bett aber, welches sich mit jenem in gleicher Lage befand, von einer Seite zur andern beweget. Das auf dem vornehmsten Markt nett erbaute Frickhingerische Haus[4]) wankete ebenermasen von Mittag gegen Mitternacht, und wieder zurück. Eine Frau schoß beinahe von der Bank herunter, ihren Töchtern aber widerfuhr ein anderer von jenem ganz unterschiedener Zufall, ohngeachtet allerseits Angesichte nach einerley Welt-Gegend gekehret waren.

Zu Hohentrüdingen, in der Markgrafschaft Anspach, empfand man im besagten 1690sten Jahr ebenfalls erstaunende Würkungen dieses Erdbebens. Der hohe und sehr dicke Schloßthurm daselbst wankete von Mittag gegen Mitternacht, dergestalt, daß niemand mehr an dessen Umsturz zweifelte. Bey denen Überbleibseln des sehr alten Bergschlosses Rechberg[5]), so eine Viertbel-Meile von besagtem Hohentrüdingen liegt, wurde folgendes wahrgenommen:

Zwey vornehme und Einsichtsbegierige Personen begaben sich zu Pferde nach dem Berg, auf welchem besagtes alte Schloß ersichtlich; sie verspürten aber mit größtem Er-

[1]) Unglücks-Chronica Vieler Grausahmer und erschreckl. Erdb. Hamburg 1692. — [2]) Nördlinger Privatchronik von Mötzel. — [3]) Ein Birntor stand in Bopfingen, nicht in Nördlingen. Vgl. G. Monninger, Das Ries. Nördlingen 1893, 240. — [4]) Die Lage dieses Hauses scheint unrichtig angegeben zu sein. — [5]) Ein Rechenberg ist heute noch vorhanden.

staunen, daß nicht nur der ganze Berg durch dieses Erdbeben sehr erschüttert, sondern auch grose Klumpen von demselben abgerissen waren. Der Berg selbsten zeigte hie und da Spalten und ziemlich weite Klüfte. Der Erdboden war so subtil und locker, daß sie nirgends sicher zu reiten vermochten, mithin sich genöthiget sahen, abzusteigen und zu Fus vollends hinauf zu gehen, um alles, was sich begeben, mit desto weniger Gefahr in Augenschein zu nehmen. Hier aber konnten sie ihre Stöcke bis an den Knopf ohne Mühe in die Erde drücken. Die Erde selbst war roth und Berggelb. Wo sie zuerst abgerissen worden, da hatte sich der Berg 6 Schuhe tief gesenkt, die abgerissene Erde aber den Hohlweg unten am Fus des Berges gänzlich verschüttet. Die Breite von dem beschädigten Ort bis zum Hohlweg betrug 170 Schritte, der Hohlweg selbst aber war nur 120 Schritte lang. Das merkwürdigste bey diesem Vorfall war dieses, daß ein Apfelbaum von mittelmäßiger Gröse, welcher durch die Gewalt des Erdbebens aus seinem Stamm-Orte losgerissen worden, 22 Schuhe weit fortgewandert, über dem Hohlweg im Schutt aufrecht stehen geblieben, Wurzel geschlagen und in denen folgenden Jahren 1693 und 94 auch vielleicht noch länger Früchte getragen. Alle oberwehnte Spalten und Klüfte aber, wie auch die Wanderung des Baumes, hatten ihren Strich von Mittag gegen Mitternacht genommen.

Zu Jena hatte man angemerkt, daß man das Erdbeben daselbst nicht durch die ganze Stadt verspüret, sondern nur an manchen Orten und in einigen Gassen, so eben nicht allzunahe aneinandergelegen; ja weder die benachbarte noch in gerader Linie daran stoßende, noch auch die schräg gegenüber stehende Häuser hätten einerley Schicksal empfunden, sondern, was am meisten zu bewundern, da Leute unter einem Dachwerk miteinander wohnhaft gewesen, solches nur von denenjenigen, so sich auf der einen Seite derer grosen Häuser befunden, verspüret worden, hingegen jene, so auf der andern Seite schräg herüber gewohnet, wären unberuhigt, und von dem Vorgang völlig unwissend geblieben. Und eben dergleichen höchst verwundernde Aeusserung hatte man auch zu Nördlingen und in derselben Gegend bemerket.

Zu Bopfingen wurde dieses Erdbeben gleichergestalt verspüret, bey welchem das Diakonat und andere Häuser ebenfalls von Mittag gegen Mitternacht, und wieder zurück, gewanket. Auf dem Thurme hatte man 2 grose mit Wasser ganz angefüllte Gefäse hingestellet, welche ihr Wasser mitternachtwärts nach und nach verschüttet, daß dasselbe um 4 Zoll abgenommen. Und eben dieses wurde auch in andern Häusern bemerkt. Worüber man sich aber am meisten verwundern mußte, war dieses, daß das Wasser aus den beyden Röhren des Brunnens, welcher nicht weit vom Thore stehet, mit solcher Heftigkeit heraussties, daß es beinahe über den Rand des Wasserkastens geschossen. Nach Verlauf von anderthalb Viertelstunden wurde hierauf die Erde erschüttert, und des Abends nach 7 Uhr äusserte sich wiederum eine Bewegung, so aber kaum wahrgenommen wurde.

Dieses Erdbeben äusserte sich auch sowohl in Venedig und umliegenden Landschaften und Inseln, woselbst es nur einige Schornsteine abgeworfen, als auch in sehr vielen Städten Teutschlands, nehmlich in Frankfurt am Mayn, (allwo der Eschenheimer- und Catharinen- wie auch Pfarr-Thurm und hohe Häuser, sonderlich der Römer oder Rathaus, wiewohl ohne Schaden erschüttert und stark beweget wurden) in Hanau, Ulm, Augspurg, Regenspurg, Heydelberg, Strasburg, Nürnberg, Culmbach, Bayreuth, Weimar, Jena, Buttstädt, Naumburg, Wittenberg, Dresden, und an mehr andern Orten in Hessen, wie auch in der Schweiz, ja fast in ganz Teutschland; jedoch ist es an allen Orten, so viel wissend, ohne

sonderbaren Schaden abgegangen, wiewohl es an einigen Orten etwas stärker, als an andern, verspüret wurde, also daß sich zu Dresden, Wittenberg, Augspurg und anderer Orten, einige Glockenschläge hören lassen." [1])

„Den 4. (14.) Dez. 1690 ließ sich in Türingen und Meissen ein Erdbeben vermerken; zu Leipzig empfand man es an den hohen Gebäuden und Türmen, allwo sich die Glocken bewegeten, wiewol nicht anschlugen. Die in niedrigen Häusern sich aufgehalten, wurden es nicht sonderlich, und die nicht stille gesessen meistenteils gar nicht gewar; am meisten bewegten sich Geigen, Pistolen und dergleichen an Wänden hangende Dinge. Bald nach 4 Ur geschahe noch ein Stoß, welcher aber schwächer als der erste war: Und hat man dergleichen zu eben derselben Zeit hin und wieder in Deutschland wargenommen, als zu Dreßden, Liebenthal, Lauban, Wittenberg, Düben, Borna, Pegau, Weißenfels, Naumburg, Buttstätt, Jena, Weimar, Bayreuth, Culmbach, Hanau, Nürnberg, Frankfurt, Augspurg, Regenspurg, Straßburg, Heidelberg und mereren grossen und kleinen Örtern; doch geschahe an derer keinem sonderlicher Schaden: Zu Dreßden, Wittenberg, Weißenfels, Naumburg, Düben und Augspurg ließen sich etliche Glocken-Schläge hören." [2])

„4. Dezemb. [1690] Nachmittags 3 Uhr war hier [Lauingen] und in der Umgegend ein gar großes Erdbeben verspüret." [3])

„Den 24. Novemb. [1690] in Memmingen ein Erdbeben verspürt." [4])

„4 ou 5 décembre (le 24 novembre, V. St.) [1690], dans une grande partie de l'Allmagne et en Suisse, à Villach, Clagenfurt, Vienne etc. Les plus fortes secousses eurent lieu à 3 heures du soir." [5])

---

[1]) M. J. A. W., Chronica oder Sammlung alter und neuer Nachr. v. d. merkw. Erdb. Frankf. a. M. 1756, 56 u. f. Stützt sich teilweise auf die weiter unten angegebene Schrift des Rosini Lentilius von 1693. — [2]) J. F. Seyfart, Algem Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Lpz. 1756, 71 u. f. — [3]) B. Meyer, Chron. d. St. Lauingen. Dillingen 1866, 417. — [4]) G. v. Ehrhart, Kurze Gesch. d. k. bair. Stadt Memmingen i. Illerkr. Memmingen 1813, 60. — [5]) A. Perrey, Mémoire sur les tremblements d. t. dans le bassin du Danube. Annales des sciences, physiqu. et natur., d'agriculture et d'industrie 9, 1846, 348. Vgl. zum Jahre 1690 noch folgende Schriften: Nik. Höpfner, Erschüttert. od. böbend. Meissen und Thüringen oder Beschr. des am 24. Nov. 1690 daselbst entstand. Erdböbens. Leipzig 1690. Rosini Lentilius, Disquisitio de terrae motu anno 1690 d. 24. Novembr. Sueviam et confinia quatiente. Ersch. z. Nürnberg 1693 im Appendix ad annum primum Decuriae III. Ephemeridum medico-physicarum naturae curiosorum in Germania S. 15—34. Im Verlaufe seiner Darlegungen stellt der Verfasser vornehmlich zwei Ansichten über die Ursachen der Erdbeben einander gegenüber: die des Joh. Bapt. van Helmont und des Franz Travagini. Bezüglich Travaginis verweise ich auf meine Abhandlung: Das Ragusanische Erdbeben von 1667, München 1913, 50 u. f., wo Travaginis Arbeit Super observationibus a se factis tempore ultimorum Terraemotuum ac potissimum Ragusiani Physica Disquisitio seu Gyri Terrae Diurni Indicium, Venedig 1673 näher untersucht wurde. Die erschröckl. Warnungs-Glocke, wodurch der langmüthige Gott die böse Welt vor der bevorstehenden schweren Sünden Straffe durch ein entsetzl. Erdb., welches den 24. Nov. des 1690sten Jahres in Teutschland an vielen Orten gemerket worden, väterlich gewarnet und zu wahrer Busse ermahnet, mit unterschiedlichen Anmerkungen und anderen dergl. Historien in öffentlichen Druck vorgestellet. Leipz. o. Jahr. Dresdener gel. Anz. a. d. J. 1756, Sp. 307 u. f. Theatr. Europ. XIII, 1356 u. f. K. E. A. v. Hoff, Gesch. der nat. Veränd. d. Erdoberfl. 2, Gotha 1824, 319. F. Schnurrer, Chronik der Seuchen 2, Tübingen 1825, 220. Ch. Keferstein, Ztg. für Geognosie usf. Weimar 1827, 303. G. H. O. Volger, Unters. ü. d. Phänom. d. Erdb. i. d. Schweiz 1, Gotha 1857, 117. R. Langenbeck, Die Erdbebenersch. in der Oberrh. Tiefebene. Geogr. Abh. a. d. Reichsl. Els.-Loth. 1, 1892, 29 u. f.

1691.

„Den 10/20 Febr. des 1691. Jares verspürte man in Venedig ein kleines Erdbeben, welches man auch besagten Tages Morgens um 7 Ur gleichfals zu Maynz, Frankfurt, Hanau und mehr Orten in Teutschland, doch aller Orten one Schaden vermerkete. Hergegen war solches nicht allein zu Mez, sondern auch Saar Louis und der Gegend so stark, daß man vermeinte alle Häuser würden übern Haufen fallen, wie denn auch zu Saar Louis einige Festungswerke einsanken. Th. Europ. XIV, 223.“ [1])

„Den 10. (20.) Febr. [1691] wurde früh Morgens um 7 Uhr hin und wieder in Teutschland, sonderlich zu Maynz, Frankfurt, Hanau, in Schwaben und anderen Orten ein abermaliges jedoch kleines Erdbeben verspüret.“ [2])

„19. 20. et 21. Février, tremblement à Laubach [Laibach?], à Carlstadt, à Francfort sur le Mein, le long du Necker, le tremblement allait de l'Est à l'Ouest; la premiere secousse fut la plus violente, il y eut des arbres déracinés dans les forêts, la terre s'entr'ouvrit.“ [3])

1692.

„Den 10. / 20. Sept. [1692] 2—3 Uhr Erdbeben zu Mayntz und Frankfurt. Den 27. Sept. Erdbeben zu Heydelberg.“ [4])

„Im Jahr 1692 den 18. (28.) Sept. Nachmittags zwischen 2 und 3 Uhr erhub sich fast in einem Augenblick zu Frankfurt und Maynz ein Erdbeben, so aber nicht den mindesten Schaden verursachte, auch von sehr wenigen wahrgenommen wurde. Zu Coblenz, Cöln, Jülich zitterte zwar die Erde, jedoch ohne sonderlichen Unfall. Das Erdbeben erschütterte ganz Brabant und, zu beyden Seiten, disseits die am Rhein gelegene Teutsche Orte, jenseits aber ganz Holl- und Engelland. Den 20. (30.) besagten Monats, Vormittags zwischen 8 und 9 Uhr, wurde beynahe an allen diesen Orten, ein gelinderes Erdbeben wahrgenommen. Die Bergstraße blieb beydemale befreyet.“ [5])

„Den 10. (20.) Sept. [1692] ward zu Maynz, Trier, Coblenz, Cöln, Frankfurt a. Mayn, Hanau und anderen daherum gelegenen Orten ein Erdbeben ohne sonderlichen Schaden bemerket.“ [6])

1693.

„Anno 1693. Man verspürete auch Erdbeben an vielen Orten, im Kayserlichen Lager zu Heilbronn wanketen die Zelt und fielen theils übernhauffen. Der Kirchturm zu Marktbreit bewegte sich so stark davon, daß die Instrumenta herunter gesprungen und zer-

---

[1]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. der Erdbeben. Frankf. u. Leipzig 1756, 74. Vgl. a.: J. L. Gottfried, Hist. Chron. 3, Frankf. a. M. 1759, 433. — [2]) M. J. A. W., Chronica oder Sammlung alt. u. neu. Nachr. v. d. merkw. Erdb. Frankf. a. M. 1756, 63. — [3]) Guéneau de M., Liste chronol. des Éruptions de Volcans etc. Dijon et Paris 1761, 585. Vgl. auch: J. G. Thalnitscher, 226. Observatio der Miscellanea curiosa sive Ephemeridum Medico-Physicarum Academiae Imperialis Naturae Curiosorum Decuriae II Annus Nonus . . . Norimbergae Anno MDCXCI, p. 423 u. f. Ch. Keferstein, Ztg. f. Geognosie usw. Weimar 1827, 303. „Erdbebenwarte“ 1, 1901/02, 49. — [4]) Unglücks-Chronica Vieler Grausahmer und erschrecklicher Erdbeben. Hamburg 1692. — [5]) M. J. A. W., Chronica usf. Frankfurt a. M. 1756, 63. — [6]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. der Erdb. Frankf. u. Leipzig 1756, 86. Vgl. ferner: M. E. Bertrand, Mémoires hist. et phys. sur les trembl. d. t. La Haye 1757, 82. J. L. Gottfried, Hist. Chron. 3, Frankfurt a. M. 1759, 447. Theatr. Europ. XIV, 422. Guéneau de M. 1761, 586. F. Schnurrer, Chron. der Seuchen 2, Tübing. 1825, 222.

brochen sind. Bäume wurden in Menge umgerissen, beladene Wägen umgeworffen und sogar viele Häuser fielen davon ein. In Summa der Schaden war sehr empfindlich."[1])

„1693, 7. bis 11. Januar heftiges Erdbeben in Sizilien und besonders Calabrien; es verbreitete sich über Frankreich, Holland, Teutschland."[2])

1696.

„Februar 1696 Erdbeben in der Pfalz."[3])

1699.

„Im Jänner [1699] hat das Erdbeben an vielen Orten in Teutschland und in der Schweiz, an dem Rhein- und Maynstrom, in der Mark, auch die Elbe hinunter heftig gestürmt. In Hamburg haben davon die Türme gleichsam gebebet und hat das Glockenspiel zu St. Nikolai angeschlagen."[4])

„1699 Erdbeben in Unterbaiern."[5])

„Im Januar [1699] Erdstöße in der Schweiz, am Main und Rhein, auch zu Hamburg."[6])

[1]) Conr. Casp. Häulen, Jahr-Buch alter und neuer Nachrichten usw. Onolzbach und Maynbernheim 1743, 88. — [2]) Ch. Keferstein, Ztg. für Geognosie usw. Weimar 1827, 304. Vgl. auch: G. H. O. Volger, Unters. ü. d. Phänomen d. Erdb. i. d. Schweiz 1, Gotha 1857, 122. — [3]) C. Botzong, Über die Erdb. Südwestdeutschlands, insbesondere ü. d. d. Rheinpfalz. S.-A. aus der Pfälz. Heimatkunde 8, 1912, 75. — [4]) J. F. Seyfart, Algem. Gesch. d. Erdb. Frankf. u. Lpz. 1756, 94. Vgl. a.: Theatr. Europ. XV, 685. — [5]) Bauernzeitung aus Frauendorf 2, 1820, Nr. 50. — [6]) G. H. O. Volger, Untersuch. usf. 1, Gotha 1857, 124. Vgl. auch: J. Boegner, Das Erdb. u. s. Ersch. Frankf. a. M. 1847, 108.

Ortsweiser.

(Zahlreiche Örtlichkeiten sind auf ein und derselben Seite mehrmals angeführt.)

Inhalts-Übersicht.

Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 7. Abhandlung

Erdmagnetische Messungen im bayerischen Walde

1908 bis 1913

Von

K. Stöckl

Vorgelegt am 4. Februar 1922

München 1922
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Vorläufige Mitteilung.

Lamont weist in seinem großen Werke: „Magnetische Ortsbestimmungen in Bayern“ verschiedentlich darauf hin, daß im Gebiete des Bayerischen Waldes beträchtliche Störungen der erdmagnetischen Elemente vorkommen, so z. B. in der Gegend von Passau und bei Schönberg. Noch deutlicher lassen die Beobachtungen und Zeichnungen von Messerschmitt[1]) den Einfluß des Urgebirges auf den Verlauf der erdmagnetischen Elemente erkennen.

Um diese Störungsgebiete genauer zu untersuchen, stellte ich mit dem Reise-Instrumentarium des „Erdmagnetischen Observatoriums“ der Sternwarte München in der Zeit von 1908 bis 1913 an 195 Punkten Messungen an. Da die Instrumente die nämlichen waren, mit denen Messerschmitt seine Messungen gemacht hatte, erübrigt es sich, über die Versuchsanordnung und über die Genauigkeit hier weiteres mitzuteilen. Es darf auf die einschlägigen Ausführungen jenes Forschers in den oben zitierten Abhandlungen hingewiesen werden, ebenso auch hinsichtlich der Korrekturen und Reduktionen.

Herrn Geheimrat von Seeliger spreche ich für die gütige Erlaubnis, das Reise-Instrumentarium benutzen zu dürfen, meinen ehrerbietigsten Dank aus.

Im Nachfolgenden sind die Beobachtungsorte mitgeteilt unter Beschreibung der Punkte, an denen die Elemente gemessen wurden. In Klammern ist der Beobachtungstag angegeben. Die Nummern geben die zeitliche Folge der Beobachtungen. Unter diesen Nummern sind die einzelnen Beobachtungspunkte in den graphischen Darstellungen vorgetragen.

[1]) J. B. Messerschmitt, Magnetische Ortsbestimmungen in Bayern:
I. Sitzungsber. der kgl. Akad. der Wiss. 35, S. 69—83, 1905,
II. „ „ „ „ „ 36, S. 545—579, 1906,
III. „ „ „ „ „ 37, S. 381—399, 1907.

Wenn nichts weiteres bemerkt ist, beziehen sich die Angaben:
Lamont auf: „Magnetische Ortsbestimmungen in Bayern“ und den zugehörigen Atlas.
Gümbel auf: „Geognostische Beschreibung des ostbayrischen Grenzgebirgs“, Gotha 1868.
Suess auf: „Bau und Bild der böhmischen Masse“, Wien 1903.
Weinschenk auf: „Von Bodenmais bis Passau“.
A. Frentzel auf: „Das Passauer Granitmassiv“. Inaug.-Diss., München 1911.

Verzeichnis der Beobachtungsorte.

Jahr 1908/1909.

No. 1. Passau-Mariahilf (27. 10. 08). Nahe bei der Lamont-Station Mariahilf. An der Straße Passau-Schardenberg. Am Westrande dieser Straße, westlich der Kirche Mariahilf, in der Nähe des Straßenknies.

No. 2. Hammerberg (31. 10. 08; 24. 4. 09). Auf dem Wege von der Nebenexpositur Bayer. Saming nach Niedermayers Gasthaus in der Nähe des Doppelwegweisers östlich dieses Zollhauses.

No. 3. Passau-Lindenthal (Beiderwiese) (2. 11. 08; 3. 11. 08; 5. 11. 08). In der Nähe des alten Wasserreservoirs am Fußwege, der vom Gärtner Sterk nach dem Lindenthal führt.

No. 4. Passau-Ries (23. 4. 09; 12. 5. 09). 400 m nördlich des Gasthauses Ries am Feldwege nach Hals.

No. 5. Grafmühle (26. 4. 09). Am Wege von Löwmühle nach Kellberg; etwa 300 m östlich der Mühle.

No. 6. Kellberg-Dorf (26. 4. 09; 27. 4. 09). Am Südausgange von Kellberg; etwa 300 m südlich der Kirche.

No. 7. Kellberg-Bad (27. 4. 09). Am Wege von Kellberg-Dorf nach Kellberg-Bad; etwa 200 m nordwestlich vom Bade.

No. 8. Erlau (3. 5. 09). An der Donau bei Kilometertafel 73; in dem Sandaushub ganz an der Donau.

No. 9. Passau-Brunnenhaus bei Mariahilf (8. 5. 09). Östlich der Straße Passau-Schärding etwa 150 m nördlich des Brunnenhauses.

No. 10. Hals (10. 5. 09). Am westlichen Ufer der Ilz gegenüber der kleinen Insel, welche südlich von Hals liegt; gegenüber der Achatiuskirche.

No. 11. Siegelberg (10. 5. 09). Auf der Höhe östlich von Station 10; etwa 200 m westlich des Ortsrandes von Siegelberg; Station K. von Lamont.

No. 12. Passau-Oberhaus (11. 5. 09). Auf der Westseite der Straße Oberhaus-Ries; Station C. von Lamont.

No. 13. Bergfried (11. 5. 09). Etwa 400 m von Bergfried bei Passau-Oberhaus am Nordrande der Mulde, welche westlich Bergfried ist.

No. 14. Ebnerhof (13. 5. 09). Etwa 200 m westlich des Hofes; derselbe liegt auf der Höhe am östlichen Ilzufer gegenüber von Oberhaus.

No. 15. Hacklberg (17. 5. 09). Auf dem Wege von Hacklberg nach Liftlhof; an der Westseite der Straße gegenüber dem Nordrande des nördlichsten Fischweihers. In der Nähe ist Station W. von Lamont; dieselbe liegt in einer jetzt unzugänglichen Wiese und nahe an Häusern; deshalb wurde statt W die eben beschriebene Station gewählt.

No. 16. Passau-Kohlbruck (19. 5. 09). Auf der Südseite der Straße Passau-Fürstenzell beim Wirtshause Kohlbruck an der Waldlichtung, welche südwestlich des Gasthauses Kohlbruck liegt; etwa 400 m von dem Gasthause entfernt.

No. 17. Vilshofen I (2. 10. 09). Am Nordufer der Donau am Steinbruch der Straße nach Windorf; gerade nördlich der Stadtpfarrkirche Vilshofen.

No. 18. Vilshofen II (2. 10. 09). 350 m östlich des Wasserreservoirs, welches an der Straße Vilshofen-Ortenburg ca. 500 m südlich des Bahnhofes Vilshofen ist.

No. 19. Fürsteneck I Tal (7. 10. 09). Auf einer Wiese im Tale beim Bahnhof Fürsteneck. Nördlich der Straße, welche vom Bahnhofe nach Schloß Fürsteneck führt; etwa 100 m nördlich von dem Punkte, wo der Fußweg „Bahnhof Fürsteneck nach Schloß Fürsteneck“ von der Straße „Bahnhof Fürsteneck nach Schloß Fürsteneck“ abzweigt.

No. 20. Fürsteneck II Höhe (8. 10. 09). Östlich der Straße Fürsteneck-Perlesreut. 300 m nördlich vom Nordrande des Dorfes Fürsteneck.

No. 21. Waldkirchen-Menzing (8. 10. 09). Auf einer Wiese 600 m südlich von Menzing.

No. 22. Obernzell I (16. 10. 09). 650 m östlich von Obernzell ganz an der Donau.

No. 23. Gotteszell (18. 10. 09). Am Wege Bahnhof Gotteszell-Kökesried etwa 400 m südlich des Bahnhofes.

No. 24. Plattling I (18. 10. 09). 200 m nördlich der Feldkapelle St. Michael bei Eichendorf.

Jahr 1910.

No. 25. Schwandorf (29. 9. 10). An dem Wege, welcher am Südhange des Kreuzberges läuft.

No. 26. Bodenwöhr I (30. 9. 10). An der Straße „Bahnhof Bodenwöhr-Pissau“; 1 km nördlich des Überganges dieser Straße über die Bahn; Beobachtungspunkt liegt 5 m östlich dieser Straße.

No. 27. Bodenwöhr II (30. 9. 10). 500 m nördlich vom Nordrande des Ortes Bodenwöhr auf der Anhöhe etwa 150 m südlich der Straße „Bodenwöhr-Bahnhof—Bodenwöhr-Ort“.

No. 28. Mitterfels (1. 10. 10). An der Straße „Bahnhof Mitterfels-Ort Mitterfels“ auf der Höhe ca. 700 m westlich vom Bahnhofe.

No. 29. Straubing (1. 10. 10). 300 m südlich der Rennbahn.

No. 30. Bayr. Eisenstein I (3. 10. 10). Auf halber Anhöhe des Hügels nordöstlich von Eisenstein.

No. 31. Zwiesel-Klautzenbach (4. 10. 10). 300 m nordwestlich von Klautzenbach an der Straße Zwiesel-Rabenstein.

No. 32. Deggendorf (5. 10. 10). 500 m nordöstlich des Bahnüberganges der Straße „Deggendorf-Egg“.

No. 33. Metten (6. 10. 10). Westlich von Metten an der Straße nach Neuhausen; ungefähr 100 m westlich jener Straßengabel, wo der Weg nach Finsing von der Straße „Metten-Neuhausen“ abzweigt.

No. 34. Frauenau (6. 10. 10). Südöstlich Bahnhof Frauenau bei Moosauhütte.

No. 35. Grafenau (7. 10. 10). Auf der Wiese des Metzgers Eiler; ungefähr südlich vom Amtsgerichte.

No. 36. Schönberg (7. 10. 10). In der Nähe der Station A von Lamont; südwestlich von Schönberg.

No. 37. Tittling I Höhe (8. 10. 10). Auf der Höhe des Kalvarienberges (Punkt 570 der Karte 1 : 100000).

No. 38. Tittling II Tal (8. 10. 10). 400 m nordwestlich der Kirche Tittling im Talgrunde.

No. 39. Ortenburg (10. 10. 10; 11. 10. 10). 200 m vom Südrande von Ortenburg am Fußwege, der gegen den Galgenberg führt.

No. 40. Plattling II (11. 10. 10). Etwa 500 m südöstlich von Plattling in den Isarauen.

No. 41. Viechtach (12. 10. 10). Auf der Pfarrwiese in der Nähe der Station Viechtach-Schlachtzendorf von Lamont.

No. 42. Teisnach I Höhe (12. 10. 10). Auf der Höhe westlich des Bahnhofes Teisnach 150 m östlich vom Madlhof, Oberberging.

No. 43. Teisnach II Tal (13. 10. 10). Etwa 500 m östlich des Ostrandes von Teisnach und zwar östlich der Kirche von Teisnach gegen den Heigelberg zu.

No. 44. Bodenmais I (13. 10. 10). Auf der Wiese des Kothmeier Franz, südlich des Punktes 679; etwa 400 m südlich der Straße, welche von Bodenmais in östlicher Richtung zum Bergwerke führt.

No. 45. Bodenmais II (14. 10. 10). An der Straße Bodenmais-Schöneben-Rabenstein; etwa 500 m östlich von dem Übergange dieser Straße über den Zellbach.

No. 46. Bodenmais III (14. 10. 10). Am Gipfel des Silberberges, Höhe 955 m; am Fuße des Felsens, der das trigonometrische Signal trägt.

No. 47. Mooshof I (15. 10. 10). Etwa 250 m westlich Mooshof (Straße Bodenmais-Kötzting) am Schurfloche; der Punkt liegt über dem Erzgange bei Mooshof und zwar auf der Höhe der kleinen Bodenwelle, welche von Bodenmais in nordwestlicher Richtung (etwa parallel der Straße) zieht. Diese Station liegt mit den nachgenannten beiden Stationen auf der Geraden Mooshof-Bergwinkel.

No. 48. Mooshof II (15. 10. 10.) Am westlichen Fuße dieser Bodenwelle.

No. 49. Mooshof III (15. 10. 10). 60 Doppelschritte von Mooshof II; zwischen Mooshof II und Bergwinkel.

No. 50. Unterried I (17. 10. 10). Auf der Höhe des Mühlberges südlich von Oberried.

No. 51. Unterried II (17. 10. 10). Am alten Schurfloch am Mühlberg.

No. 52. Unterried III (17. 10. 10). Am neuen Schurfloche am Fuße des Mühlberges.

Die folgenden Stationen Silberberg I bis VIII liegen auf einer Linie, welche von dem Punkte $\varphi = 49^0\ 3'\ 50''$; $\lambda = 1^0\ 31'\ 20''$ (auf der Straße von Bodenmais-Schöneben) nach der Spitze des Silberberges $\varphi = 49^0\ 3'\ 30''$; $\lambda = 1^0\ 31'\ 24''$ in ungefähr südlicher Richtung zieht.

No. 53. Silberberg I (18. 10. 10). Liegt nahe an der Straße.

No. 54. Silberberg II (18. 10. 10). 230 einfache Schritte von Silberberg I.

No. 55. Silberberg III (18. 10. 10). Dort, wo der Weg zum Silberberg aus dem Walde auf das Plateau heraustritt.

No. 56. Silberberg IV (18. 10. 10). 86 Schritte von Silberberg III.

No. 57. Silberberg V (18. 10. 10). 170 Schritte von Silberberg IV.

No. 58. Silberberg VI (18. 10. 10). 30 Schritte von Silberberg V.

No. 59. Silberberg VII (18. 10. 10). Am Gipfel zwischen den Felsen.

No. 60. Silberberg VIII (18. 10. 10). Ungefähr der gleiche Punkt wie Bodenmais III vom 14. 10. 10.

Jahr 1911.

No. 61. Regen I (25. 9. 11). Östlich vom Bahnhofe an der Straße nach Rinchnach, ca. 250 m südsüdöstlich des Bahnüberganges dieser Straße.

No. 62. Regen II (Pfahl) (26. 9. 11). An der Straße Regen-Deggendorf bei der Mühle südlich St. Johann; etwa 200 m nordöstlich dieser Mühle.

No. 63. Weissenstein (Burg) (26. 9. 11). Am Wege Kattersdorf-Weissenstein ca. 250 m wwn. vom Thurmhof.

No. 64. Bayer. Eisenstein II (27. 9. 11). Nördlich der Kirche auf der Anhöhe am Wege, der von Eisenstein in nordwestlicher Richtung zu Punkt 990 führt; ca. 400 m nördlich der Kirche.

No. 65. Öst. Eisenstein (27. 9. 11). Ungefähr 400 m nördlich des Nordrandes von Eisenstein an der Straße „Eisenstein-Eisenstraß".

No. 66. Schwarzer See (28. 9. 11). Am NE-Rand des Schwarzen Sees.

No. 67. Am Straßenknie des Weges vom Schwarzen See nach dem Spitzberg (28. 9. 11).

No. 68. Wasserscheide (28. 9. 11). Am höchsten Punkt (1160 m) der Straße „Schwarzer See-Öst. Eisenstein".

No. 69. Zwiesel-Rotes Kot (29. 9. 11). Am roten Kot an der Stelle, wo der Weg in den Wald eintritt, vor Beginn der starken Steigung.

No. 70. Rabenstein (29. 9. 11). Am Ostrande des Dorfes 250 m südöstlich der Straßengabel „Bodenmais-Rabenstein" und „Regenhütte-Rabenstein".

No. 71. Kirchdorf I (30. 9. 11). Im Pfahl, südlich von Kirchdorf auf dem Wege nach Abtschlag.

No. 72. Kirchdorf II (30. 9. 11). Südlich des Pfahles auf dem Wege „Kirchdorf-Abtschlag" am nördlichen Waldrande kurz vor Abtschlag.

No. 73. Wolfstein I (4. 10. 11). An der Straße Wolfstein-Kreuzberg bei dem Stadel in der Nähe der Fabrik Hunger.

No. 74. Wolfstein II (4. 10. 11). Westlich des Bezirksamtes Wolfstein.

Jahr 1912.

No. 75. Wegscheid (25. 9. 12). 260 m nordwestlich der Straßengabel „Wegscheid-Kollerschlag" und „Wegscheid-Breitenberg" (in der Nähe des Friedhofes Wegscheid).

No. 76. Pelzöd (25. 9. 12). Auf dem Wege Pelzöd-Wildenranna auf der Wiese zwischen den 2 Bächen, etwa 300 m nördlich des Wirtshauses Pelzöd.

No. 77. Untergriesbach I. (26. 9. 12; 28. 9. 12; 30. 9. 12). Auf der Wiese nördlich der Straße „Untergriesbach-Wegscheid" an dem Feldweg, welcher in der Nähe des Bahnhofes Untergriesbach in nordöstlicher Richtung gegen Grub abzweigt; bei dem Buchstaben B von Griesbach auf der Karte 1:50000.

No. 78. Viecht I (27. 9. 12). Dicht bei den Graphitgruben auf der Wiese am Wege, welcher südlich von Oberödsdorf zwischen Kilometer 26 und 26,5 von der Straße Untergriesbach-Viecht zu den Graphitgruben abzweigt.

Im Viecht Graphitgneis; schwefelkiesfrei. Auch in den Nebengesteinen kommt kein Schwefelkies vor.

No. 79. Viecht II (27. 9. 12). In der Nähe von Kilometer 26,5 südlich der Straße „Untergriesbach-Wegscheid" bei den Graphitgruben Oberneder und Högerl.

No. 80. Untergriesbach II (28. 9. 12). Im Talgrund am Würmbach zwischen Wasenmeister und Künzelberg.

No. 81. Habersdorf I (28. 9. 12). Westlich der Straße „Untergriesbach-Pfaffenreut" auf der Wiese des Rott.

No. 82. Habersdorf II (28. 9. 12). Bei der Habersdorfer Graphitgrube des Rott, welche der A. G. gehört.

No. 83. Saxing (30. 9. 12). 25 Schritte westlich der Straße „Untergriesbach-Pfaffenreut" südlich von Saxing, wo die Straße nach der starken Steigung von Untergriesbach her anfängt, gegen Saxing zu fallen.

No. 84. Pfaffenreut I (1. 10. 12). Etwa 200 m südlich von Pfaffenreut an der Straße „Untergriesbach-Pfaffenreut", fast genau südlich der Kapelle von Pfaffenreut.

No. 85. Pfaffenreut II (1. 10. 12). Auf der Erlwiese bei der Grube Erlwiese der „Vereinigten Schmelztiegelwerke" 30 m südlich der Gemeindegrenze Oberödsdorf-Germansdorf direkt über dem nördlichen Lagerzug; Freiheit von Schwefelkies und Magnetkies.[1])

No. 86. Pfaffenreut X (4. 10. 12). Auf der Höhe des Granitrückens nordwestlich von Pfaffenreut am Wege nach Hinterbuchet am Grenzstein im Breitacker Oberneder-Saxinger. (Theodolithpunkt 1 der Vermessung 1912.)

No. 87. Pfaffenreut VI (4. 10. 12). Rotsaxinger im Breitacker.

No. 88. Pfaffenreut V (5. 10. 12). Aufeld, Grenze zwischen Krinninger und Waldbauer; über dem nördlichen Lagerzug; schwefelkiesfrei.

No. 89. Pfaffenreut VII (5. 10. 12). Grenze zwischen Saxinger-Oberneder-Schöllesreiterin; über schwefelkieshaltigem Lagerzug (Theodolithpunkt).

No. 90. Pfaffenreut VIII (5. 10. 12). Grenze zwischen Waldbauer-Krinninger-Schöllesreiterin. Über dem nördlichen schwefelkieshaltigen Lagerzug.

No. 91. Pfaffenreut IX (5. 10. 12). Grenze Waldbauer-Krinninger. IX fast nördlich von VIII. Freiheit von Schwefelkies und Magnetkies. (Theodolithpunkt.)

No. 92. Pfaffenreut IV (6. 10. 12). Grenzstein Rouge-Waldbauer-Krinninger, unmittelbar über dem Zug mit schwefelkieshaltigem Rohgraphit (vielleicht Magnetkies).

No. 93. Pfaffenreut III (1. 10. 12; 7. 10. 12). Im Röhrnreut auf Grenze zwischen Jehlbauer und Rott. Auf Pflock 43 der Theodolithvermessung.

No. 94. Kropfmühle II[2]) (7. 10. 12). Bei einer Grube des Pilsl vom Oedhof; unmittelbar über einem alten Schürfloch auf dem nördlichen Lagerzug; schwefelkies- und magnetkies-frei.

---

[1]) Die Bemerkungen über die Beschaffenheit der Lagerverhältnisse stammen von den Herren Grubenverwaltern Offermann und Kieweg.

[2]) Die Bemerkungen über die Beschaffenheit der Graphitzüge stammen von Herrn Grubenverwalter Busigl.

No. 95. Kropfmühle III (7. 10. 12). Fast südlich von Punkt Kropfmühle II nahe am Aubach über dem südlichen Lagerzug; schwefelkiesfrei.

No. 96. Kropfmühle I (7. 10. 12). Über dem nördlichen schwefelkieshaltigen Lagerzug bei einer zweiten Grube des Pilsl.

No. 97. Kropfmühle IV (8. 10. 12). Über reinem Granit auf dem Wege von Kropfmühle nach Oedhof auf einem Acker, etwa 30 m vom Wegknie.

No. 98. Kropfmühle V (8. 10. 12). Auf der Wiese der Kath. Deiner-Oedhof; über schwefelkieshaltigem Lagerzug (gleicher Lagerzug wie Kropfmühle I); der Lagerzug führt hier die größten Graphitlinsen; V liegt auf der Höhe einer kleinen Bodenwelle.

No. 99. Kropfmühle VI (8. 10. 12). Die Punkte Kropfmühle V, VI, VII liegen in der Richtung von N nach S, halbwegs zwischen Werk Kropfmühle und Wäldchen bei diesem Werk.

No. VI liegt ganz in der Nähe von V und zwar südlich am Fuße der Bodenwelle.

No. 100. Kropfmühle VII (8. 10. 12) liegt südlich von Kropfmühle VI, ganz in der Nähe von VI.

No. 101. Rampersdorf I (8. 10. 12). Halbwegs zwischen Ziering und Rampersdorf am Grenzstein Gnon (Wald) und Seefellner (Wald) und Högerl (Acker). Der nicht hochprozentige Rohgraphit ist ziemlich schwefelkiesfrei.

No. 102. Rampersdorf II (9. 10. 12). Etwa 2 km südlich von Rampersdorf am Eintritt der Straße „Untergriesbach-Hauzenberg“ in den Wald; die Beobachtungsstelle liegt etwa 40 m östlich dieser Straße beim Bohrloch unmittelbar über dem Lagerzug.

No. 103. Rampersdorf III (9. 10. 12). Etwa 1 km östlich von Rampersdorf II, in der Nähe des Punktes Habersdorf II.

No. 104. Gottsdorf I (10. 10. 12). Etwa 800 m östlich von Gottsdorf an der Straße „Gottsdorf-Neustift“ auf dem Acker des Josef Kornexl. Etwa 200 m südlich der Beobachtungsstelle soll ein Graphitzug von E nach W durchgehen. Bei früheren Schürfversuchen wurde Graphit gefunden.

No. 105. Gottsdorf II (10. 10. 12). In der Nähe der Ziegelei, welche ungefähr südlich von Gottsdorf liegt.

No. 106. Obernzell II (11. 10. 12). Südlich des Bahnhofes Obernzell; auf der Wiese ganz an der Donau.

Jahr 1913.

No. 107. Furth I (15. 9. 13). An der Straße „Furth-Vollmau“ in der Nähe des Friedhofes; 109 Doppelschritte nördlich der Straßengabel „Furth-Vollmau“ und „Furth-Heiligkreuz“.

No. 108. Furth II (15. 9. 13). 200 m nördlich der Straße „Furth-Eschelkam“, nordwestlich von Unterblatternberg.

No. 109. Furth III (15. 9. 13). Zwischen Furth II und Ort Furth am Feldwege, der ungefähr in gleicher Richtung mit der Straße Eschlkam-Furth zieht; südlich Spitze Δ_{506}.

No. 110. Furth IV (16. 9. 13; 18. 9. 13; 27. 9. 13). 200 m südlich vom Südrande von Furth auf einer Wiese.

No. 111. Furth V (16. 9. 13). 200 m nordöstlich der Ziegelei, welche zwischen Rappersdorf und Furth liegt.

No. 112. Taus (16. 9. 13). Südwestlich von Dorf Borice östlich der Straße bei Kilometerstein 7,6 auf einem Acker an der Straße.

No. 113. Kubitzen I (17. 9. 13). An der Straße Furth-Taus bei Kilometer 7,5.

No. 114. Kubitzen II (17. 9. 13). Östlich des Scala-Gipfels (595) nahe der Straßengabel Furth-Taus und Straße von Belshof her.

No. 115. Oberdörfl-Hoher Bogen (19. 9. 13). 200 m vom Ostrande von Oberdörfl.

No. 116. Hoher Bogen (20. 9. 13; 23. 9. 13). ca. 300 m südlich vom Jägerhaus am Gipfel des Hohen Bogen. Höhe ca. 900 m.

No. 117. Hoher Bogen-Burgstall (22. 9. 13). Am Gipfel beim Kreuze; Höhe 978 m.

No. 118. Hoher Bogen beim Weiß (24. 9. 13). Auf dem Wege Hoher Bogen-Watzlsteg; 150 m südlich des Anwesens des Weiß, auf einer Wiese, ca. 500 m hoch.

No. 119. Watzlsteg (24. 9. 13). Am Stege über den Regen; auf der kleinen Anhöhe beim Anwesen des Geiger, vulgo Meier.

No. 120. Lam I (24. 9. 13). Am Ufer des Weißen Regen; südlich von Lam am Fuße des Hügels; ca. 200 m westlich der Brücke, über welche die Straße „Lam Ort — Lam Bahnhof" führt.

No. 121. Lam II (25. 9. 13). ca. 600 m nördlich von Lam an der Straße Lam-Neukirchen; auf dem Acker des Moserbauern (Neumayer).

No. 122. Lam-Schmelz I (25. 9. 13). Westlich von Lam am Eintritte des Weges Lam-Schmelz in den Wald.

No. 123. Lam-Schmelz II (25. 9. 13). An der Straße Lam-Schmelz direkt bei der alten Grube bei Unterschmelz.

No. 124. Lam-Schmelz III (25. 9. 13). Beim Köhlerhaufen.

No. 125. Lam-Mariahilf (Ossa) (26. 9. 13). 300 m östlich der Kapelle am Grad des Ossarückens.

No. 126. Neukirchen hl. Blut (27. 9. 13). Fast südlich von der Kirche Hl. Blut an der Hochstraße, die nach Brünst führt; auf dem Acker des Hummermann.

No. 127. Waldmünchen (29. 9. 13). Am Berg, südlich von Waldmünchen, den die Eisenbahn umfährt.

No. 128. Cham I (29. 9. 13). Bei der Lamont-Station A (1850) auf dem Kalvarienberg in der Nähe der drei Kreuze.

No. 129. Cham II (30. 9. 13). Bei der Lamont-Station B südlich von Cham auf einer Wiese.

No. 130. Kötzting I (30. 9. 13). Lamont-Station am weißen Regen auf der Anhöhe bei der Wallfahrtskirche.

No. 131. Kötzting II (30. 9. 13). Auf dem Wege „Wallfahrtskirche-Kötzting", ca. 400 m südlich von Kötzting auf einer Wiese.

No. 132. Miltach (1. 10. 13). Auf dem Acker des Bäckers Alt, unmittelbar nördlich der Brücke über den Regen.

No. 133. Rattenberg (1. 10. 13). In der Nähe des Bahnhofes.

No. 134. Altrandsberg I (1. 10. 13). Auf dem Pfahl. Wiese neben der Leitung der Taucherwerke.

No. 135. Altrandsberg II (1. 10. 13). 100 m nördlich von Station 134.

No. 136. Schorlau (2. 10. 13). Südlich Cham, wo die Straße Cham-Falkenstein den Pfahl überschreitet.

No. 137. Roding (2. 10. 13). 1200 m nördlich Bahnhof Roding.

No. 138. Nittenau (3. 10. 13). 1 km östlich von Nittenau an der Straße nach Bodenstein.

No. 139. Neunburg v. Wald (3. 10. 13). ca. 300 m westlich vom Orte auf dem Acker des Bäckers Bauer (Lamont-Station).

No. 140. Erzhäuser I (4. 10. 13). Am Wege Windmais-Buch am Eingang in das Wäldchen auf der Höhe.

No. 141. Erzhäuser II (4. 10. 13). Bei Windmais; direkt über dem Erzgang (nach Aussage des Bürgermeisters Deinfelder von Windmais).

No. 142. Reding (7. 10. 13.) Östlich der Straße Reding-Hartkirchen, etwa 1 km südlich Reding; auf einem Acker.

No. 143. Neuhaus (7. 10. 13). Lamont-Station; westlich Neuhaus an der Straße nach Sulzbach.

No. 144. Hutthurm I (8. 10. 13). 400 m westlich von Hutthurm am Wege nach Lenzersdorf.

No. 145. Hutthurm II (8. 10. 13.) An der Straße Hutthurm-Kringell am Südabhang des Hügels 487.

No. 146. Kringell I (8. 10. 13). Nördlich von Kringell, wo die Straße Kringell-Prag in den Wald eintritt.

No. 147. Kringell II (8. 10. 13). 500 m südlich Kringell I; zwischen Kringell I und Kringell Ort; westlich Straße Kringell-Prag.

No. 148. Kreuzstraße (Kringell III) (9. 10. 13). 150 m nördlich des Wirtshauses Kreuzstraße am Wege Kreuzstraße-Kringell.

No. 149. Kringell IV (9. 10. 13). 400 m östlich von Kringell in der Nähe des Steinbruches Jungwirt.

No. 150. Gutwiesen (9. 10. 13). Südlich von Gutwiesen auf einer Wiese im Talgrunde.

No. 151. Büchlberg (9. 10. 13). 500 m östlich von Büchlberg an der Straße Büchlberg-Praßreuth; 40 m nördlich dieser Straße.

No. 152. Hammerberg I (10. 10. 13). Am Fuße des Hammerberges gegen Ost. Haibach, unmittelbar westlich der Straße Passau-Öst. Haibach, nachdem die Straße die Krümmung aus der östlichen in die südliche Richtung vollzogen hat; ca. 150 m südlich des bayer. Zollhauses.

No. 153. Hammerberg II (11. 10. 13). Auf der Höhe des Hammerberges am Weberstadel.

No. 154. Hammerberg III (11. 10. 13). Zwischen Hammerberg I und II, beim Kommissär-Gütl.

No. 155. Hammerberg IV (11. 10. 13). 250 m südwestlich des Wirtshauses Hammerberg am Wege nach der Nebengrenzwache Saming. (Nähe von Station Hammerberg 1908 No. 2.)

No. 156. Steinbrunn (11. 10. 13). 100 m südlich der Einmündung der Straße Haibach-Steinbrun in die Hauptstraße Passau-Schardenberg.

No. 157. Schardenberg (11. 10. 13). ca. 300 m nördlich der Kirche auf der Springerwiese.

No. 158. Bayr. Haibach Ia (13. 10. 13). An der Straße Passau-Haibach-Schildorf ganz an der Donau auf dem Schacheracker, südlich des Pestkreuzes Lindau.

No. 159. Bayr. Haibach Ib (13. 10. 13). Schacheracker.

No. 160. Bayr. Haibach II (13. 10. 13). Hart an der Grenze bei der Eisenbahnbrücke Passau-Hauzenberg.

No. 161. Bayr. Haibach III (13. 10. 13). 200 m östlich der Dampfmühle Haibach.

No. 162. Bayr. Haibach IV (13. 10. 13). Auf dem Acker westlich der Dampfmühle; südlich der Straße Passau-Schildorf.

No. 163. Neuburg I (Höhe) (14. 10. 13). 150 m westlich an der Straße Neuburg-Reit, ca. 400 m südlich von Neuburg.

No. 164. Neuburg II (Tal) (14. 10. 13). Am Inn, gegenüber der Kirche von Wernstein.

No. 165. Wernstein (14. 10. 13). 200 m südlich vom Bahnhof hart am Inn.

No. 166. Schärding (14. 10. 13). 250 m westlich vom Bahnhof Schärding.

No. 167. Passau-Voglau (15. 10. 13). Am Inn, 200 m nordöstlich des Übergangs der Straße Passau-Hamberg über die Eisenbahn Passau-Schärding.

No. 168. Hamberg (15. 10. 13). Am Wege Passau-Hamberg, 150 m südwestlich vom Bergkeller auf halber Höhe.

No. 169. Kühberg-Passau (15. 10. 13). Am Höhenrücken westlich des Lindenbachtales am Wege vom Kühberge nach dem Erlenbachgrunde beim Penzenstadler.

No. 170. Erlenbachgrund-Passau (15. 10. 13). Im Erlbachgrund 150 m westlich vom Anwesen des Fischlbeck nahe der bayer. Grenze.

No. 171. Dreischlwiese-Passau (15. 10. 13). Am Ostrande der Straße Passau-Mariahilf-Schärding, ca. 200 m nördlich der bayer. Grenze beim Waldschloss.

No. 171 a. Mariahilf-Passau (15. 10. 13). An der Straße Passau-Schärding, 40 m östlich dieser Straße beim Kloster Mariahilf (Lamont-Station).

No. 172. Mühlthal-Passau (15. 10. 13). Vom Kloster Mariahilf in östlicher Richtung die Anhöhe gegen das Mühlbachthal herab; auf halber Höhe.

No. 173. Rosenau-Passau (16. 10. 13). Nördlich vom Hammerberg am südlichen Innufer gegenüber dem scharfen östlichen Knie, das die Straße Passau-Ilzstadt-Nonnengut macht.

No. 174. Bayr. Haibach V (16. 10. 13). 199 Schritte westlich von Station Bayr. Haibach IV; auf einem Acker, welcher östlich von der Straße Passau-Bayr. Zollstation-Oest. Haibach liegt. (Station 174 liegt gegenüber von Station Hammerberg I No. 152.)

No. 175. Oest. Haibach I (16. 10. 13). 200 m südöstlich vom Gasthaus Gachowetz am alten Fußweg Oest. Haibach-Freinberg.

No. 176. Oest. Haibach II (16. 10. 13). Über Station Oest. Haibach I auf dem Fußwege nach Freinberg bis Punkt südlich Dampfmühle Haibach. Die Magnetnadel zeigt über das Thalleranwesen östlich der Dampfmühle.

No. 177. Oest. Haibach III (16. 10. 13). Am Freinberger Weg von Oest. Haibach II an dem Südrande des Waldes.

No. 178. Freinberg I (16. 10. 13). An der Einmündung des Freinberger Fußweges in die alte Straße Oest. Haibach-Freinberg beim Anwesen des Tischlers Schmidt.

No. 179. Freinberg II (17. 10. 13). Auf der neuen Straße Oest. Haibach-Freinberg im Steinbruch, welcher am Nordsaum dieser Straße etwa 1,5 km östlich von Oest. Haibach liegt.

No. 180. Freinberg III (17. 10. 13). An der neuen Straße Oest. Haibach-Freinberg, wo diese beim Ratzinger Hof die Krümmung nach Norden macht, am Ostrande dieser Straße.

No. 181. Freinberg IV (17. 10. 13). An der Straßengabel: Neue Straße Freinberg-Oest. Haibach und alte Straße Freinberg-Oest. Haibach, in der Nähe des Ostrandes von Unterfreinberg.

No. 182. Freinberg V (17. 10. 13). Auf einem Acker auf dem Höhenrücken, welcher westlich des Gutshofes „Altweger" und nördlich von Unterfreinberg liegt.

No. 183. Freinberg VI (17. 10. 13). ca. 400 m nordöstlich von Freinberg V.

No. 184. Freinberg VII (17. 10. 13). In der Mitte zwischen Freinberg V und VI.

No. 185. Freinberg VIII (17. 10. 13). 200 m nördlich der Kapelle Unterfreinberg.

No. 186. Freinberg IX (17. 10. 13). 102 Schritte vom Westausgange von Unterfreinberg an der alten Straße Unterfreinberg-Oest. Haibach, auf einem Acker am Südrande dieser Straße.

No. 187. Freinberg X (18. 10. 13). Auf der neuen Straße Oest. Haibach-Freinberg, wo diese Straße aus dem Walde heraustritt (zwischen Freinberg II und III), am Nordsaume dieser Straße.

No. 188. Freinberg XI (18. 10. 13). 180 m fast nördlich von Freinberg X am Hange zwischen der neuen und alten Straße.

No. 189. Freinberg XII (18. 10. 13). 300 Schritte von Freinberg XI auf einem Acker südlich der alten Straße Freinberg-Oest. Haibach.

No. 190. Freinberg XIII (18. 10. 13). ca. 300 m östlich von Freinberg an der Straße Freinberg-Neudling am Wegkreuze nach Hareth, 10 m südlich der Hauptstraße.

No. 191. Freinberg XIV (18. 10. 13). In der Mitte zwischen Freinberg I und IX auf dem Acker des Ellinger an der alten Straße Unterfreinberg-Oest. Haibach und zwar südlich der Straße.

No. 192. Freinberg XV (18. 10. 13). In der Mitte zwischen Freinberg I und XIV, 15 Schritte südlich der alten Straße Unterfreinberg-Oest. Haibach.

No. 193. Freinberg XVI (18. 10. 13). 69 Schritte südöstlich von Freinberg I.

No. 194. Freinberg XVII (18. 10. 13). 200 m fast nördlich von Freinberg XVI am Rain, welcher von Freinberg I in nördlicher Richtung in den Talgrund (Wiese des Altweger) hinabführt.

No. 195. Freinberg XVIII (18. 10. 13). ca. 100 m nördlich von Freinberg XVII.

No. 196. Freinberg XIX (18. 10. 13). Nördlich von Freinberg XVII im Talgrund.

In nachstehender Tabelle sind die Ergebnisse zusammengestellt — alphabetisch geordnet nach den Beobachtungsorten:

Reihe 1 gibt die laufende Nummer des Beobachtungspunktes (wie in obigem Verzeichnis).

„ 2 enthält den Namen des Beobachtungsortes.

„ 3 gibt die geographische Breite des Beobachtungspunktes.

„ 4 gibt die geographische Länge des Beobachtungspunktes.

Diese Werte sind dem bayer. topographischen Atlas 1 : 50000 entnommen; die hier angegebenen Längen beziehen sich demnach auf den Nullmeridian des bayerischen Netzes. Dessen Länge gegenüber Greenwich ist: 11° 36′ 12″.

Die Koordinaten der österreichischen Orte sind nach der K. K. Generalstabskarte 1 : 75000 bestimmt.

Reihe 5 enthält den Wert Δ_D = [Deklination beobachtet] — [Deklination in München zur Beobachtungszeit registriert].

Negative Δ_D besagen, daß am Beobachtungspunkte der Wert der westlichen Deklination kleiner ist als der in München registrierte. Dies ist überall der Fall mit Ausnahme von Lam-Schmelz II, Lam-Ossarücken, Passau-Hammerberg I, Passau-Freinberg XVII.

Reihe 6 enthält den Wert Δ_H = [Horizontal-Intensität beobachtet] — [Horizontal-Intensität in München zur Beobachtungszeit registriert].

Negative Δ_H besagen, daß am Beobachtungspunkte der Wert der Horizontal-Intensitat kleiner ist als der gleichzeitig in München registrierte Wert. Das ist für die meisten Stationen der Fall. Ausnahmen: Gipfel des Silberberges bei Bodenmais, Passau-Freinberg II, IX, X, XI, XII, Tittling-Kreuzberg.

Reihe 7. Die Inklination wird in München nicht registriert. Deshalb sind hier die beobachteten Werte mitgeteilt und nicht die Unterschiede gegen München gebildet.

Ergebnisse.

1	2	3			4			5		6	7	
No.	Beobachtungspunkt	Geograph. Breite			Geograph. Länge			Δ_D		Δ_H in γ	Inkl. beob.	
		°	′	″	°	′	″	°	′		°	′
134	Altrandsberg I	49	7	30	1	9	50	— 0	26,2	— 432		
135	Altrandsberg II		7			9			26,1	— 408		
44	Bodenmais I	49	3	45	1	30	24	— 0	32,3	— 352	64	2,1
45	Bodenmais II	49	4	5	1	30	39	— 0	33,3	— 434	63	43,3
46	Bodenmais III	49	3	29	1	31	24	—11	7,1	+ 3448	62	37,0
53	Silberberg I	49	3	50	1	31	20			— 484		
54	Silberberg II									— 486		
55	Silberberg III									— 558		
56	Silberberg IV									— 619		
57	Silberberg V									— 2213		
58	Silberberg VI									+ 130		
59	Silberberg VII									+ 2891		
60	Silberberg VIII	49	3	30	1	31	24			+ 3202		
26	Bodenwöhr I	49	17	5	0	43	50	— 0	13,8	— 501	64	5,7
27	Bodenwöhr II	49	16	18	0	42	40			— 520		

1	2	3			4			5		6	7	
No.	Beobachtungspunkt	Geograph. Breite			Geograph. Länge			Δ_D		Δ_H in γ	Inkl. beob.	
		°	'	"	°	'	"	°	'		°	'
151	Büchlberg	48	40	12	1	54	50	— 0	46,3	— 139		
128	Cham I	49	13	40	1	3	37	— 0	26,7	— 475		
129	Cham II	49	12	57	1	3	24	— 0	26,0	— 529		
32	Deggendorf	48	50	53	1	20	55	— 0	35,6	— 339	63	44,2
30	Eisenstein B. I	49	7	35	1	35	45			— 413		
64	Eisenstein B. II	49	7	31	1	35	36	— 0	42,9	— 452	64	15,4
65	Eisenstein Öst.	49	8	27	1	38	27	— 0	56,9	— 423	64	6,8
8	Erlau	48	33	42	1	58	37			— 200	63	24,5
140	Erzhäuser I	49	18	24	0	44	37	— 0	13,4	— 553		
141	Erzhäuser II	49	18	19	0	44	49	— 0	14,9	— 560		
34	Frauenau	48	59	10	1	42	20	— 0	53,1	— 367	63	48,0
19	Fürsteneck I	48	43	10	1	52	0			— 336	63	38,3
20	Fürsteneck II	48	43	26	1	51	46	— 0	32,6	— 209	63	38,7
107	Furth I	49	18	50	1	14	37	— 0	33,1	— 496		
108	Furth II	49	17	55	1	17	10			— 499		
109	Furth III	49	18	10	1	16	6			— 509		
110	Furth IV	49	18	20	1	14	35	— 0	27,4	— 542	63	47,8
111	Furth V	49	18	0	1	15	17	— 0	24,9	— 530		
23	Gotteszell	48	57	22	1	23	0	— 0	32,5	— 360	63	57,2
104	Gottsdorf I	48	31	53	2	8	10	— 0	48,5	— 127	63	0
105	Gottsdorf II	48	31	45	2	8	5	— 0	50,4	— 185		
35	Grafenau	48	51	24	1	48	5	— 0	33,9	— 401	63	48,7
5	Grafmühle	48	35	50	1	56	12			— 108	63	42,4
150	Gutwiesen	48	40	18	1	53	40	— 1	6,3	— 147		
81	Habersdorf I	48	35	29	2	4	31	— 0	53,6	— 181	63	30,3
82	Habersdorf II	48	35	28	2	3	58	— 0	50,6			
116	Hoher Bogen I	49	14	34	1	18	25	— 0	49,5	— 714	64	0,4
118	Hoher Bogen III	49	13	28	1	18	40	— 0	48,4	— 456		
144	Hutthurm I	48	40	18	1	52	0	— 1	17,4	— 77		
145	Hutthurm II	48	40	28	1	31	38	— 1	3,3	— 129		
7	Kellberg Bad	48	35	40	1	57	46	— 0	48,0	— 152	63	24,6
6	Kellberg Dorf	48	35	38	1	56	0	— 0	43,1	— 200	63	27,5
71	Kirchdorf I	48	54	10	1	40	2	— 0	42,7	— 453	63	57,1
72	Kirchdorf II	48	53	20	1	39	50	— 0	39,1	— 416	64	0,2
146	Kringell I	48	40	49	1	53	9	— 0	49,2	— 165		
147	Kringell II	48	40	41	1	53	6			— 172		
148	Kringell III	48	40	13	1	52	56			— 117		
149	Kringell IV	48	40	30	1	53	10	— 1	5,0	— 102		
130	Kötzting I	49	10	5	1	15	0	— 0	34,0	— 458		
131	Kötzting II	49	11	30	1	15	15	— 0	32,9	— 488		

1 No.	2 Beobachtungspunkt	3 Geograph. Breite °	′	″	4 Geograph. Länge °	′	″	5 Δ_D °	′	6 Δ_H in γ	7 Inkl. beob. °	′
96	Kropfmühle I	48	37	11	2	3	8			— 204		
94	Kropfmühle II	48	37	9	2	3	8	— 0	43,8	— 203		
95	Kropfmühle III	48	37	7	2	3	8	— 0	52,3	— 226		
97	Kropfmühle IV	48	37	17	2	3	40	— 0	54,9	— 223		
98	Kropfmühle V	48	37	9	2	3	35			— 231	63	27,1
99	Kropfmühle VI	48	37	8	2	3	35			— 226		
100	Kropfmühle VII	48	37	7	2	3	35			— 239		
113	Kubitzen I	49	23	45	1	15	31	— 0	25,5	— 549		
114	Kubitzen II	49	22	28	1	15	44	— 0	23,7	— 598		
120	Lam I	49	11	41	1	27	5	— 1	3,5	— 460	63	58,7
121	Lam II	49	12	5	1	26	48	— 0	39,7	— 538	63	49,3
122	Lam Schmelz I	49	12	41	1	26	24	— 0	30,4	— 315		
123	Lam Schmelz II	49	12	43	1	26	27	+ 0	9,4	— 439		
124	Lam Schmelz III	49	12	45	1	26	15	— 0	39,2	— 779		
125	Lam Ossa	49	12	33	1	27	49	+ 0	22,1	—1030	64	35,1
33	Metten	48	51	28	1	18	29	— 0	28,3	— 352	64	6,0
132	Miltach	49	9	37	1	10	0	— 0	34,7	— 503		
28	Mitterfels	48	58	45	1	4	53	— 0	25,7	— 367	63	57,6
47	Mooshof I	49	4	29	1	28	40	— 0	36,0	— 400	64	2,4
48	Mooshof II	49	4	26	1	28	40	— 0	43,3	— 384	63	42,4
49	Mooshof III	49	4	17	1	28	37			— 429	63	47,0
163	Neuburg I	48	30	20	1	50	41	— 0	42,4	— 199	63	1,3
164	Neuburg II	48	30	22	1	51	10	— 0	45,6	— 181		
143	Neuhaus	48	27	30	1	49	5	— 0	47,7	— 99		
126	Neukirchen hl. Blut	49	15	48	1	22	6	— 0	46,1	— 518	63	54,1
139	Neunburg v. W.	49	21	3	0	46	37	— 0	19,6	— 533		
138	Nittenau	49	11	36	0	11	34	— 0	5,9	— 535		
115	Oberdörfl	49	16	5	1	17	9	— 0	44,9	— 625	64	2,7
22	Obernzell I	48	33	5	2	2	30	— 0	48,5	— 192	63	31,3
106	Obernzell II	48	33	20	2	1	45	— 0	54,8	— 165	63	9,2
39	Ortenburg	48	32	23	1	37	26	— 0	35,6	— 162	63	33,8
	Passau.											
13	Bergfried	48	34	56	1	51	50	— 0	45,0	— 233	63	24,3
14	Ebnerhof	48	34	43	1	53	8			— 233	63	34,1
170	Erlenbachgrund	48	33	28	1	52	9	— 0	45,6	— 196		
158	Haibach Bayr. Ia	48	34	35	1	54	3	— 0	50,0	— 195		
159	Haibach Bayr. Ib	48	34	35	1	54	3	— 0	49,8	— 194		
160	Haibach Bayr. II	48	34	48	1	54	20	— 0	49,3	— 192		
161	Haibach Bayr. III	48	34	21	1	53	50			— 303		
162	Haibach Bayr. IV	48	34	18	1	53	36			— 341		
174	Haibach Bayr. V	48	34	18	1	53	31			— 511		
175	Haibach Öst. I	48	34	7	1	53	45	— 0	39,1	— 535		
176	Haibach Öst. II	48	34	7	1	53	54			— 330		
177	Haibach Öst. III	48	34	6	1	54	3	— 0	39,9	— 403		

1	2	3			4			5		6	7	
No.	Beobachtungspunkt	Geograph. Breite			Geograph. Länge			Δ_D		Δ_H in γ	Inkl. beob.	
		°	'	"	°	'	"	°	'		°	'
178	Freinberg I	48	34	5	1	54	14	— 0	23,9	— 885		
179	Freinberg II	48	33	57	1	54	17	— 1	1,6	+ 7		
180	Freinberg III	48	33	57	1	54	41	— 0	48,0	— 456		
181	Freinberg IV	48	34	0	1	54	41	— 0	34,7	— 287		
182	Freinberg V	48	34	5	1	54	32	— 0	15,6	— 312	63	12,7
183	Freinberg VI	48	34	10	1	54	41	— 0	39,5	— 272		
184	Freinberg VII	48	34	9	1	54	37	— 0	28,6	— 270		
185	Freinberg VIII	48	34	3	1	54	28	— 0	27,8	— 150		
186	Freinberg IX	48	34	0	1	54	22	— 0	13,2	+ 260		
187	Freinberg X	48	33	54	1	54	22	— 1	23,9	+ 158		
188	Freinberg XI	48	33	57	1	54	21	— 1	47,7	+ 248		
189	Freinberg XII	48	33	59	1	54	20	— 1	4,0	+ 1		
190	Freinberg XIII	48	33	53	1	55	26	— 0	0,7	— 219		
191	Freinberg XIV	48	34	3	1	54	18	— 0	4,8	— 209		
192	Freinberg XV	48	34	4	1	54	17	— 0	40,0	— 370		
193	Freinberg XVI	48	34	5	1	54	14	— 0	26,2	— 878		
194	Freinberg XVII	48	34	8	1	54	16	+ 0	58,6	—1081		
195	Freinberg XVIII	48	34	10	1	54	16			— 732		
152	Hammerberg I	48	34	8	1	53	33	+ 0	5,6	— 808		
153	Hammerberg II	48	34	0	1	53	25	— 0	57,3	— 144		
154	Hammerberg III	48	34	5	1	53	29	— 1	7,6	— 131		
155	Hammerberg IV	48	33	50	1	53	15	— 0	48,9	— 139		
2	Hammerberg V	48	33	50	1	53	16				63	31,5
15	Hacklberg	48	34	40	1	49	57	— 0	44,8	— 190	63	36,3
168	Hamberg	48	33	43	1	51	12	— 0	51,2	— 197		
10	Hals	48	35	20	1	51	33	— 0	43,5	— 172	63	22,7
16	Kohlbruck	48	33	5	1	48	20	— 0	42,2		63	32,6
169	Kühberg	48	34	40	1	51	49			— 201		
1	Mariahilf I	48	34	2	1	52	9	— 0	45,8	— 155	63	28,0
1 a	Mariahilf-Lamont	48	34	6	1	52	16			— 169		
3	„ Beiderwiese	48	34	4	1	52	8			— 265	63	28,0
9	„ Brunnenhaus	48	33	58	1	52	22	— 0	40,6	— 198		
171	„ Dreischl	48	33	45	1	52	27			— 214		
172	„ Mühlthal	48	34	4	1	52	17			— 158		
12	Oberhaus	48	39	48	1	52	4			— 182	63	27,6
4	Ries	48	35	16	1	51	15	— 0	45,3	— 228	63	39,1
173	Rosenau	48	34	20	1	52	50	— 0	33,4	— 312		
11	Siegelberg	48	35	16	1	52	13	— 0	47,3	— 240	63	16,3
156	Steinbrunn	48	31	50	1	54	19	— 0	49,4	— 152		
157	Schardenberg	48	31	18	1	53	57	— 0	45,8	— 161		
167	Voglau	48	33	35	1	51	19	— 0	49,2	— 245		

1	2	3			4			5		6	7	
No.	Beobachtungspunkt	Geograph. Breite			Geograph. Länge			Δ_D		Δ_H in γ	Inkl. beob.	
		0	'	"	0	'	"	0	'		0	'
76	Pelzöd	48	34	35	2	7	51			— 214	62	56,3
84	Pfaffenreuth I	48	36	52	2	4	40	— 0	53,0	— 232	63	36,1
85	Pfaffenreuth II	48	37	10	2	4	58	— 0	46,2	— 201	63	17
93	Pfaffenreuth III	48	37	5	2	4	50	— 0	56,1	— 253	63	36
92	Pfaffenreuth IV	48	37	6	2	4	45	— 0	50,9	— 246		
88	Pfaffenreuth V	48	37	7	2	4	34	— 0	56,3	— 282		
87	Pfaffenreuth VI	48	37	4	2	4	31	— 0	46,5	— 307		
89	Pfaffenreuth VII	48	37	7	2	4	24	— 0	54,7	— 280		
90	Pfaffenreuth VIII	48	37	8	2	4	21	— 0	47,4	— 237		
91	Pfaffenreuth IX	48	37	9	2	4	22	— 0	49,4	— 268		
86	Pfaffenreuth X	48	37	3	2	4	29	— 0	40,5	— 239		
24	Plattling I	48	46	39	1	15	42	— 0	30,7	— 288	63	45,1
40	Plattling II	48	46	28	1	16	30	— 0	26,7	— 260	63	38,1
70	Rabenstein	49	2	34	1	36	17	— 0	40,9	— 459	63	46,4
101	Rampersdorf I	48	36	1	2	3	15			— 231	63	12,5
102	Rampersdorf II	48	35	16	2	3	44	— 0	49,0	— 215	63	23
103	Rampersdorf III	48	35	22	2	4	6	— 0	52,4	— 189		
133	Rattenberg	49	5	54	1	8	22	— 0	23,2	— 423		
142	Reding	48	25	17	1	47	40	— 0	42,9	— 97		
61	Regen I	48	58	7	1	32	12			— 387		
62	Regen II	48	58	7	1	30	50	— 0	35,7	— 417	63	52,4
137	Roding	49	13	4	0	54	44	— 0	25,0	— 489		
83	Saxing	48	36	12	2	4	24	— 0	51,9	— 170	63	10,1
166	Schärding	48	27	57	1	50	30			— 181		
157	Schardenberg	48	30	18	1	53	57	— 0	45,8	— 161		
36	Schönberg	48	50	25	1	44	4	— 1	7,6	— 330	63	18,3
136	Schorlau	49	11	7	1	2	0	— 0	27,9	— 471		
25	Schwandorf	49	19	13	0	30	54	— 0	4,9	— 496	64	2,5
66	Schwarzer See I	49	10	58	1	35	13	— 0	41,2	— 485	64	14,3
67	Schwarzer See II	49	10	30	1	35	4			— 487		
68	Schwarzer See III	49	10	30	1	35	56			— 491		
29	Straubing	48	51	4	0	58	20	— 0	22,5	— 302	63	51,4
156	Steinbrunn	48	31	50	1	54	19	— 0	49,4	— 152		
112	Taus	49	25	35	1	21	57	— 0	26,9	— 480		
42	Teisnach I	49	2	10	1	23	7	— 0	30,4	— 356	63	54,4
43	Teisnach II	49	2	15	1	24	5	— 0	29,5	— 444	64	5,8
37	Tittling I	48	43	53	1	46	53	— 2	25,6	+ 55	63	35,0
38	Tittling II	48	43	47	1	46	41	— 1	6,4	— 204	63	59,7

1	2	3			4			5		6	7	
No.	Beobachtungspunkt	Geograph. Breite			Geograph. Länge			Δ_D		Δ_H in γ	Inkl. beob.	
		°	′	″	°	′	″	°	′		°	′
78	Viecht I	48	34	26	2	6	43	— 0	56,1	— 132	63	30,3
79	Viecht II	48	34	40	2	7	8			— 203		
41	Viechtach	69	4	20	1	17	30	— 0	26,0	— 399	64	16,0
17	Vilshofen I	48	38	20	1	35	24	— 0	40,7	— 229	63	38,3
18	Vilshofen II	48	37	30	1	35	27			— 209	63	45,6
77	Untergriesbach I	48	34	29	2	4	34	— 0	52,6	— 214	63	29
80	Untergriesbach II	48	34	55	2	4	37	— 0	51,1	— 184		
50	Unterried I	49	5	50	1	26	41	— 0	37,5	— 409	64	2,0
51	Unterried II	49	5	51	1	26	32	— 1	3,3	— 397	63	54,6
52	Unterried III	49	5	52	1	26	22	— 0	23,8	— 438	63	44,8
21	Waldkirchen	48	44	31	2	0	42			— 69	63	30,3
127	Waldmünchen	49	22	36	1	5	10	— 0	26,9	— 579	64	10,5
119	Watzlsteg	49	12	25	1	17	54	— 0	38,3	— 498		
75	Wegscheid	48	36	10	2	11	34	— 0	43,6	— 135	63	20,8
165	Wernstein	48	30	2	1	51	14	— 0	44,9	— 179	63	26,5
63	Weissenstein	48	57	16	1	31	50	— 0	38,9	— 385	63	46,7
73	Wolfstein I	48	48	56	1	56	33	— 0	44,5	— 335	63	50,0
74	Wolfstein II	48	48	52	1	56	27	— 0	36,7	— 363	63	40,0
31	Zwiesel I	49	2	5	1	36	53	— 0	39,5	— 472	64	6,6
69	Zwiesel II	49	2	19	1	38	10	— 0	40,5	— 453	63	51,1

Mass der Störung.

Der Zweck vorliegender Untersuchung ist vor allem, ein Bild von dem Betrage der örtlichen Störung zu gewinnen. Um ein angenähertes Maß für diese Störung zu bekommen, wurde folgendermaßen verfahren:

Auf Grund der von Herrn Dr. Nippoldt gütigst mitgeteilten Gleichungen:

$$D = 9^0\,11' - 31',8\,(\lambda - 13) - 0',9\,(\lambda - 13)\,(\varphi - 52)$$

$$H = -0,19\;\;0,20\,\Gamma - 6,7\,\gamma\,(\varphi - 52) + 0,9\,\gamma\,(\lambda - 13)$$

$$J = 66^0\,7' + 40',8\,(\varphi - 52) - 4,8\,(\lambda - 13)$$

wurden für jeden Beobachtungsort diejenigen Werte der erdmagnetischen Elemente berechnet, die bei normaler Verteilung des Erdmagnetismus zu erwarten wären, d. h.

$$D_{\text{berechn. Ort}};\qquad H_{\text{berechn. Ort}};\qquad J_{\text{berechn. Ort}}.$$

Sodann wurden nach obigen Gleichungen die für München giltigen Werte berechnet, also:

$$D_{\text{berechnet München}};\; H_{\text{berechn. München}};\; J_{\text{berechn. München}}.$$

Sodann wurden wieder die Differenzen gebildet:

$$\Delta_{D \text{ berechnet}} = D_{\text{berechn. Ort}} - D_{\text{berechnet München}}$$

$$\Delta_{H \text{ berechnet}} = H_{\text{berechn. Ort}} - H_{\text{berechnet München}}$$

$$\Delta_{J \text{ berechnet}} = J_{\text{berechn. Ort}} - J_{\text{berechnet München}}.$$

Als Maß der Störung wurden die Differenzen:

$$\delta_D = \Delta_{D \text{ beobachtet}} - \Delta_{D \text{ berechnet}}$$

$$\delta_H = \Delta_{H \text{ beobachtet}} - \Delta_{H \text{ berechnet}}$$

$$\delta_J = \Delta_{J \text{ beobachtet}} - \Delta_{J \text{ berechnet}}$$

eingeführt.

Diese Werte werden später in der ausführlichen Veröffentlichung mitgeteilt werden, wenn erst normale Verhältnisse die Drucklegung ermöglichen.

Ebendort werden auch die Kurven, welche diese Werte δ_D, δ_H, δ_I darstellen — dieselben seien als „Störungsgleichen" bezeichnet — mitveröffentlicht werden.

Die in obiger Tabelle zahlenmäßig mitgeteilten Ergebnisse sind in der Skizze I No. 1 und 2 zeichnerisch dargestellt. Maßstab 1 : 1000000.

Besonders merkwürdige Gebiete sind in folgenden Nebenkarten behandelt:

Skizze II gibt den Verlauf von Δ_D und Δ_H im Gebiet von Hutthurm. Maßstab 1:50000. Die Grenzen zwischen den einzelnen Granitarten sind nach der Karte von A. Frentzel eingezeichnet.

Skizze III gibt den Verlauf der isomagnetischen Linien im Gebiete von Passau. Maßstab 1 : 50000. Der Verlauf der Deklination im Gebiet von Freinberg ist noch besonders im Maßstab 1 : 25000 dargestellt.

Skizze IV stellt den Verlauf der Graphitlager und der magnetischen Kurven im Graphitgebiete von Pfaffenreut-Kropfmühle dar. Die Graphitlager sind nach einer Zeichnung des Grubenverwalters Herrn Kieweg eingetragen. Maßstab 1:20000.

Die isomagnetischen Linien wurden in die geologische Karte von Lepsius 1:500000 eingetragen. Dadurch kann dem Auge unmittelbar vorgeführt werden, wie die geologischen Verhältnisse und namentlich die geotektonischen Linien (z. B. Pfahl, Donau-Bruch zwischen Regensburg-Engelhartszell bei Passau) den Verlauf der magnetischen Kurvensysteme beeinflussen. Die Veröffentlichung ist infolge der ungünstigen Umstände z. Z. leider unmöglich. Hoffentlich kann das später nachgeholt werden.

Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen dem geologischen Aufbau und dem Werte der erdmagnetischen Elemente.

Nordwestliches Beobachtungsgebiet.

Stationen: Schwandorf, Neunburg v. W., Erzhäuser, Bodenwöhr, Nittenau, Roding.

Die Kurve $\Delta_D = -5'$ scheint aus Gegend Schwandorf in südöstlicher Richtung — dem Granitgebirge, welches westlich Nittenau steht, ausweichend — nach Gegend westlich Nittenau zu ziehen. In den Störungsgleichen δ_D hebt sich das Gebiet Erzhäuser deutlich ab; ebenso in den Kurven Δ_H und δ_H. Δ_H hat bei Erzhäuser große Werte: $-553\,\gamma$ und $-560\,\gamma$, bei Bodenwöhr I dagegen einen wesentlich kleineren Wert: $-501\,\gamma$. Bei Nittenau ist $\Delta_H = -535\,\gamma$, bei Schwandorf $= -496\,\gamma$.

Die Kurve $\Delta_H = -500$ wird demnach durch die Lagerungsverhältnisse der Bodenwöhrer Bucht und das Granitgebirge um Nittenau stark nach Süden durchgebogen.

Südwestliches Beobachtungsgebiet.

Stationen: Mitterfels, Gotteszell, Metten, Deggendorf, Plattling, Straubing.

Die benachbarten Stationen Deggendorf und Metten zeigen ziemlich verschiedene Werte der Elemente:

für Δ_D: $-35'6$ bezw. $-28'3$;
„ Δ_H: $-339\,\gamma$ „ $-352\,\gamma$;
„ Δ_J: $+34'0$ „ $+54'5$.

In diesen Zahlen drückt sich wohl der Einfluß des Granitstockes von Metten—Egg aus, ebenso wie die sehr verwickelten Lagerungsverhältnisse der Deggendorfer Gegend (Gümbel S. 570: „Die Umgebung von D. ist in ihrer Gneisbildung ganz besonders durch die Menge von Granitgängen und Pegmatitadern ausgezeichnet, wie sie keine Gegend des vorderen Waldes in ähnlicher Häufigkeit aufzuweisen hat“).

Die H-Werte schwanken in dem Raume zwischen Deggendorf und Teisnach stark: bei Teisnach I Höhe ist $\Delta_H = -356\,\gamma$, im Tale $= -444\,\gamma$ (Gümbel vermerkt S. 549 bei Teisnach das Ausstreichen eines Quarzzuges). In den Störungsgleichen δ_H drückt sich das Gebiet um Deggendorf und Metten besonders aus durch hohe Werte: $\delta_H = -130\,\gamma$. Die Kurve $\delta_H = -110\,\gamma$ scheint das Gebirge in nord-südlicher Richtung durch das Tal der Teisnach und des Kollbaches aus Gegend Teisnach über Gotteszell westlich am Granitstock von Metten vorbei zu durchbrechen.

Nordöstliches Beobachtungsgebiet.

Grenzgebiet Glimmerschiefer-Gneis.

Beobachtungspunkte: Furth, Hoher Bogen, Lam, Eisenstein.

Dieses Gebiet ist in seinem Aufbau sehr verschiedenartig: Gneis im Westen bei Waldmünchen, im Süden bei Kötzting und südlich des Weißen Regen von Kötzting aufwärts.

Hornblendegesteine mit vielfachen Diorit-, Gabbro-, Quarz-Zügen, Serpentin am Hohen Bogen; bei Neukirchen (Station 126) Grenze zwischen Diorit und Hornblendeschiefer.

Quarz-Zug des böhmischen Pfahls, welcher vom Dieberg (östlich Furth) nach Norden zieht und im allgemeinen das Gneisgebiet nach Osten hin begrenzt.

Granitstöcke z. B. nördlich von Kubitzen bei Chodenschloß; bei Miltach vom Hohen Roßberg her (Grenze gegen Dichroitgneis); bei Cham I.

Phyllitgebiet bei Taus.

Glimmerschiefer bei Lam (bei Lam I Schuppengneis; bei Lam II Grenze Schuppengneis-Glimmerschiefer); Schwarzer See, Oest. Eisenstein; Grenze Glimmerschiefer-Gneis bei Bayr. Eisenstein.

Bei Lam-Schmelz ist ein Kieslager, welches sehr große Ähnlichkeit hat mit jenem von Bodenmais (Schwefelkies mit etwas Kupferkies und untergeordnet Magnetkies, Blende, Bleiglanz). Das Lager läßt sich bis über das Mariahilf-Kirchlein (Station 125) auf der Höhe des Osserrückens nördlich von Lam verfolgen (Gümbel S. 391).

In Hinsicht auf das Verhalten der isomagnetischen Kurvensysteme in diesem Gebiet seien hier die Ausführungen Gümbels S. 544 über das Streichen der Gneis-Schichten wiedergegeben:

„Sehr interessant sind die Lagerungsverhältnisse. Die Gneisschichten biegen sich nämlich um den hohen Bogen herum, indem sie auf dessen Westseite nahe nordsüdlich streichen und östlich einfallen, an der südwestlichen Spitze sich dann nach SE wendend umbiegen und dann am nördlichen Gehänge des Weißen Regen in die fast rein östliche Streichrichtung einlenken. Diese Wendung der Gneisschichten um den hohen Bogen entspricht der Lagerung des Hornblendegesteines im hohen Bogengebirge selbst, welches auf seinem Zuge von N her . . . . bei Furth in unser Gebiet tritt, im hohen Bogengebirge knieförmig sich umbiegt, um nach NE zurückgewendet, über Neumark, Neugedein bis Merklin mit dem ersten, mehr nordwestlich gerichteten Zuge einen großen Hacken zu bilden."

Ferner Gümbel S. 546: „Im Tale des weissen Regen greifen die glimmerreichen Schuppengneise, welche die Grenzregion gegen den Glimmerschiefer des Ossagebirges vorwaltend ausmachen, zwischen Hohenwarth und Eben ziemlich weit nordöstlich über die jetzige Wasserrinne. Zwischen Lam und Schmelz kann man öfters den Wechsel zwischen Gneis und Glimmerschiefer beobachten; selbst das Schwefelkieslager an der Schmelz, obwohl hier bereits auf große Strecken der Glimmerschiefer den Gneis überwiegt, führt reichlich Orthoklas und liegt in noch zum Gneis zu zählenden Schichten."

Zu den einzelnen Beobachtungspunkten sei noch folgendes bemerkt:

Furth I (Station 107) liegt an der Grenze Gneis (Westen)-Hornschiefer (Osten). Östlich davon liegt der hohe Dieberg. Auf die magnetischen Eigenschaften der Gesteine aus dem Eisenbahntunnel bei Furth durch den Dieberg weist Gümbel S. 344 besonders hin.

Furth II (Station 108) und Furth III (Station 109) liegen östlich von Furth an der Straße nach Eschelkam: Furth III bei Unterblätterberg über Hornblendeschiefer. Furth II südlich des Blätterberges über Diorit. Zwischen beiden Stationen liegt der Aiglshof, wo Gümbel S. 353 das Vorkommen von Magneteisen in gabbroähnlichem Diorit erwähnt. Am Blätterberg wird der Quarzrücken (Fortsetzung des böhmischen Pfahls) wieder deutlich erkennbar; derselbe läßt sich bis Rappendorf deutlich verfolgen; in der Nähe Station 111 = Furth V: Grenze Hornblendegestein gegen Westen.

Südlich von Furth über grauem Lagergranit (Gümbel S. 280) ist Furth IV (Station 110).

Nördlich von Furth bei Kubitzen 2 Stationen: Kubitzen I, wo nach Gümbels Karte die Straße Furth-Taus den böhmischen Pfahl überschreitet; Kubitzen II östlich des Scalagipfels, etwa 1,5 km südlich vom Beginn des großen Granitstockes, der sich bis Chodenschloß erstrekt.

Wie bei dem wechselvollen Aufbau des Gebirges in diesem Gebiete nicht anders zu erwarten, zeigen die erdmagnetischen Elemente beträchtliche örtliche Unterschiede, die sich vor allem im Verlaufe der Störungsgleichen zu erkennen geben. Gerade dieses Gebiet scheint die Vorteile dieser Darstellungsart darzutun.

I. Deklination.

Die westliche Deklination zeigt im Gebiete der Hornblende-, Diorit- und Serpentin-Gesteine am Hohen Bogen kleine Werte: Δ_D erreicht hier demgemäß ein Maximum; es hat am Gipfel bei Jägerhaus ungefähr den Wert von $-50'$. Die Kurve $\Delta_D = -40'$ scheint im Norden, Westen und Süden ungefähr am Fuße des Hohen Bogen zu verlaufen: nordwestlich zwischen Oberdörfl und Furth, südlich bei Watzlsteg etwa im Tale des weißen Regen, so daß die Kurven Δ_D am westlichen und südlichen Abhange des Hohen Bogen ungefähr dem Streichen der Gneisschichten um diesen Bergstock herum folgen.

Bei Furth V (Station 111) — in der Nähe Quarzzüge (Gümbel S. 545) — ist Δ_D klein (Wert $-24'.9$); von da aus gegen die Einsenkung wird bei Furth IV (Station 110) über grauem Lagergranit (Gümbel S. 280) Δ_D wieder größer: $-27'.4$. Nördlich von Furth bei Furth I (Station 107) an der Grenze Gneis-böhmischer Pfahl ist $\Delta_D = -33'.1$. Weiter nach Norden wird Δ_D wieder kleiner: bei Kubitzen I (Station 113) $\Delta_D = -25'.5$; bei Kubitzen II (Station 114 östlich des Scalagipfels und näher am Granitstock von Chodenschloß) $\Delta_D = -23'.7$. Im Grenzgebiete Gneis-böhmischer Pfahl-Glimmerschiefer zwischen Furth und Kubitzen hat demnach Δ_D ein Maximum. Im Gneisgebiete bei Waldmünchen ist $\Delta_D = -26'.9$, im Phyllitgebiet bei Taus ebenfalls $= -26'.9$. Einen ähnlichen Wert wie Waldmünchen zeigen die zwei Stationen Cham, welche ungefähr südlich von Waldmünchen liegen: Cham A auf dem Gipfel des Kalvarienberges (nach Gümbel S. 542 Pegmatitgänge: ferner in der Nähe Granitstöcke und Quarzgänge) und Cham B im Regental südlich von Cham. Die Kurve $\Delta_D = -26'$ scheint demnach von Waldmünchen bis in die Pfahlgegend südlich von Cham in der Richtung von N nach S zu verlaufen.

Bei Miltach, an der Grenze von Dichroitgneis gegen den Granitstock des Roßberges, ist $\Delta_D = -34'.7$; bei Kötzting II (im Tale) ist $\Delta_D = -32'.3$, auf der Höhe bei Weissenregen (nach Gümbel S. 329 Pegmatitgänge in der Nähe) ist Δ_D etwas größer $= -34'.0$.

Im Gebiete von Lam mit dem Kieslager bei Schmelz hat Δ_D sehr verschiedene Werte. Die Kurve $\Delta_D = -40'$ verläuft aus der Gegend Watzlsteg südlich des Hohen Bogen bis östlich Lam ungefähr in der Richtung von W nach E parallel der Grenze zwischen Gneis und Glimmerschiefer und parallel dem Streichen der Gneisschichten. Den Wert $\Delta_D = -39'.7$ beobachtet man bei Lam II nördlich von Lam, während auf der Südseite von Lam am Nordufer des Weissen Regen sich hiefür der Wert $-1^0\,3'.5$ ergibt. Die hier gemessene Deklination war $8^0\,1'.8$, auf der Höhe des Ossarückens wurde für die Deklination $9^0\,24'.6$, für Δ_D der Wert $+22'.1$ gefunden. Die beträchtlichen Unterschiede sind wohl eine Folge des Kieslagers bei Schmelz. Bei Schmelz II am Westabhange des Ossarückens

(Station 123) ist $\Delta_D = + 0^0\ 9{,}'4$, also ist hier ebenso wie auf der Höhe des Ossarückens der beobachtete Wert der Deklination größer als der in München registrierte. Schon in kurzer Entfernung von Schmelz II, bei Schmelz III (Station 124) und bei Schmelz I (Station 122) hat Δ_D negative Werte: $-30{,}'4$ bezw. $-39{,}'2$. Die Kurven Δ_D scheinen enggedrängt auf der Südseite des Ossarückens von W nach E zu verlaufen und auf der Westseite allmählich nach Norden und Nordosten umzubiegen.

Im Glimmerschiefergebiete bei Böhm. Eisenstein wurde für Δ_D $-56{,}'9$ gefunden, am Nordufer des Schwarzen Sees $-41{,}'2$, bei Bayr. Eisenstein $-42{,}'9$. In diesem Gebiete verläuft die Grenze zwischen Gneis und Glimmerschiefer von NW nach SE; die Kurve $\Delta_D = -40'$ scheint ungefähr denselben Verlauf zu haben.

II. Störungsgleichen für die Deklination.

Die Größe δ_D hat für das gesamte Gebiet des Hohen Bogen, ferner für das Tal des Weissen Regen oberhalb Kötzting d. h. also für das Grenzgebiet zwischen Gneis und Glimmerschiefer bis öst. Eisenstein und für die Gegend bei Miltach negative Werte.

Eine Störungsgleiche $\delta_D = 0^0$ trennt demnach das Gebiet des Hohen Bogen vom westlichen Gneisgebiete; sie zieht sodann auf der Südseite des Hohen Bogen in östlicher Richtung, wobei sie scheinbar der Trennungslinie Gneis-Glimmerschiefer bis Bayr. Eisenstein folgt.

III. Horizontal-Intensität. Kurven Δ_H.

Die Werte der Horizontal-Intensität werden durch den Aufbau des Hohen Bogen in ähnlicher Weise beeinflußt wie jene der Deklination. Am Jägerhaus auf der Bergeshöhe wurde für H ein Minimum gefunden; Δ_H hat dementsprechend ein Maximum $= -714\,\gamma$. Im Serpentingebiet am Südhang nimmt H beträchtlich zu; Δ_H hat hier den Wert $-456\,\gamma$, so daß jenes Serpentingebiet sich durch den Verlauf der Δ_H — Kurven z. B. 460 γ deutlich ausdrückt. Die Ausführungen Gümbels S. 363 f. über die magnetischen Eigenschaften des Serpentins, welche durch den Magneteisengehalt bedingt sind, erfahren hiedurch einen weiteren Beleg.

An der Strecke von Furth-Eschlkam hat Δ_H niedrige Werte: $-499\,\gamma$ bei Station 108 und $-509\,\gamma$ bei Station 109 (südlich von Klöpfelsberg und Blätterberg; Bemerkung von Gümbel S. 353: „Gabbroähnlicher Diorit am Klöpfelsberg bei Furth, am Aiglshof, wo zuweilen der Feldspatbestandteil ins Dichte übergeht, hier auch mit Magneteisen"). Bei Station 107 nördlich von Furth ist $\Delta_H = -496\,\gamma$.

Nach Norden nimmt Δ_H wieder zu: bei Kubitzen I $= -549\,\gamma$; bei Kubitzen II findet sich $\Delta_H = -598\,\gamma$ (Annäherung an den Granitstock von Chodenschloß). Gegen das Phyllitgebiet von Taus haben wir wieder eine beträchtliche Abnahme von Δ_H bis $-480\,\gamma$ östlich von Taus. Wir dürfen demnach eine Kurve $\Delta_H = -500\,\gamma$ etwa an der Grenze Gneis-Phyllit westlich von Taus annehmen.

Im Gneisgebiet von Waldmünchen wurde Δ_H zu $-579\,\gamma$ gefunden.

Südlich vom Hohen Bogen im Regentale bei Watzlsteg nimmt Δ_H bis $-498\,\gamma$ zu; dann erfolgt weiter nach Süden wieder Abnahme: im Regentale bei Kötzting $-488\,\gamma$, auf der Höhe gegen Ort Weissenregen $-458\,\gamma$ (Pegmatitgänge).

Für Miltach hat Δ_H den Wert — 503 γ; Cham II (im Tale) hat — 529 γ; es scheint demnach ein Gebiet mit Werten größer als — 500 γ im Regentale westlich des großen Roßberges (Granitstock) bis südlich Cham sich zu erstrecken.

Cham I (Kalvarienberg) hat Δ_H = — 475 γ.

Gebiet um Lam.

Bei Lam I am Nordufer des Weissen Regen hat Δ_H den Wert — 460 γ; nördlich von Lam bei Lam II ist Δ_H = — 538 γ. Die Kurve Δ_H = — 500 γ dürfte im allgemeinen dem Nordufer des Flusses (also ungefähr der Grenze Schuppengneis-Glimmerschiefer) folgen.

Am Ossarücken beim Kirchlein (Grenze des Kieslagers) ist Δ_H = — 1330 γ; von hier gegen den westlichen Abhang des Berges bei Schmelz I und II starke Abnahme: bei Schmelz I ist Δ_H: — 315 γ; bei Schmelz II — 439 γ. Gegen das neue Schürfloch bei Schmelz III erfährt Δ_H wieder eine starke Zunahme bis — 779 γ.

Das Gebiet des Schwarzen Sees zeigt an drei Punkten annähernd konstante Werte für Δ_H: — 485, — 487, — 491 γ. Gegen die Grenze Gneis-Glimmerschiefer bei Eisenstein wird Δ_H kleiner: bei Oest. Eisenstein ist Δ_H = — 423 γ; bei Bayr. Eisenstein = — 413 γ bezw. — 452 γ.

IV. Störungsgleichen δ_H.

Dieses Kurvenbild läßt die Senke um Furth klar hervortreten. Eine Störungsgleiche δ_H = — 140 γ umgrenzt das Gebiet des Hohen Bogen an der Nordostseite, der Nordseite und Westseite. Aus Gegend Waldmünchen zieht die Störungsgleiche δ_H = — 146 γ. Dem Westhange des Dieberges (Grenzgebiet: Hornblendegesteine, Böhmischer Pfahl, Gneis) folgen die Kurven δ_H = — 100 γ; — 115 γ. Dieselben scheinen im weiteren nördlichen Verlaufe um den Granitstock von Chodenschloß herumzubiegen und parallel den Grenzlinien Granit-Gneis nördlich Kubitzen bezw. Gneis-Phyllit westlich Taus zu verlaufen.

Auch die „Chamer Bucht“ scheint sich im Verlaufe der Störungsgleichen δ_H auszudrücken. Im Süden verläuft die Kurve δ_H = — 110 γ. Aus Gegend Poesing nach Gegend nördlich Cham zieht Kurve δ_H = — 100 γ. Von Osten her erstreckt sich bis Gegend südlich Cham ein Gebiet, welches durch die Störungsgleichen δ_H = — 140 γ zungenförmig begrenzt wird.

Gebiet um Bodenmais, Zwiesel.

Die Spuren des Lagerzuges von Bodenmais ziehen sich nach Gümbel S. 903 von Drachselsried über Unterried, Bodenmais, Rotes Kot, Lindberg bis zum Südostabhang des Rachelberges. Gerade unterhalb des Gipfels des Silberberges bei Bodenmais ist nach Weinschenk S. 22 ein Pegmatitgang aufgeschlossen, welcher außer Quarz und Feldspath ziemlich reichlich Magneteisen führt, das durch seine polaren Eigenschaften bekannt geworden ist.

Die Kiesvorkommen bei Unterried und Rotes Kot stimmen in jeder Beziehung mit dem des Silberberges überein.

Die nordwestliche Streichrichtung, welche Gümbel S. 548 betont, findet sich im Verlaufe der magnetischen Kurvensysteme vielfach wieder.

Deklination: Der abweichendste Wert des ganzen Beobachtungsgebietes wurde auf der Spitze des Silberberges gefunden: eine östliche Deklination von 1° 37,'8.

Für die Spitze des Silberberges ist $\Delta_D = -11^0 7{,}'1$; für Bodenmais I im Tale südöstlich Bodenmais ist $\Delta_D = -32{,}'3$, für Bodenmais II am Wege nach Schöneben $-33{,}'3$; bei Mooshof hat Station I den Wert $36{,}'0$, Station II den Wert $43{,}'3$. Bei Unterried hat Station II den Wert $-1^0 3{,}'3$, die beiden anderen haben Werte kleiner als $-40'$. Da auch Rabenstein und Rotes Kot Werte von Δ_D aufweisen, die etwas größer sind als $-40'$, während Zwiesel-Klautzenbach unter diesem Werte bleibt, so dürfte eine Kurve $\Delta_D = -40'$, den Lagerzug nach Norden und Süden abgrenzen.

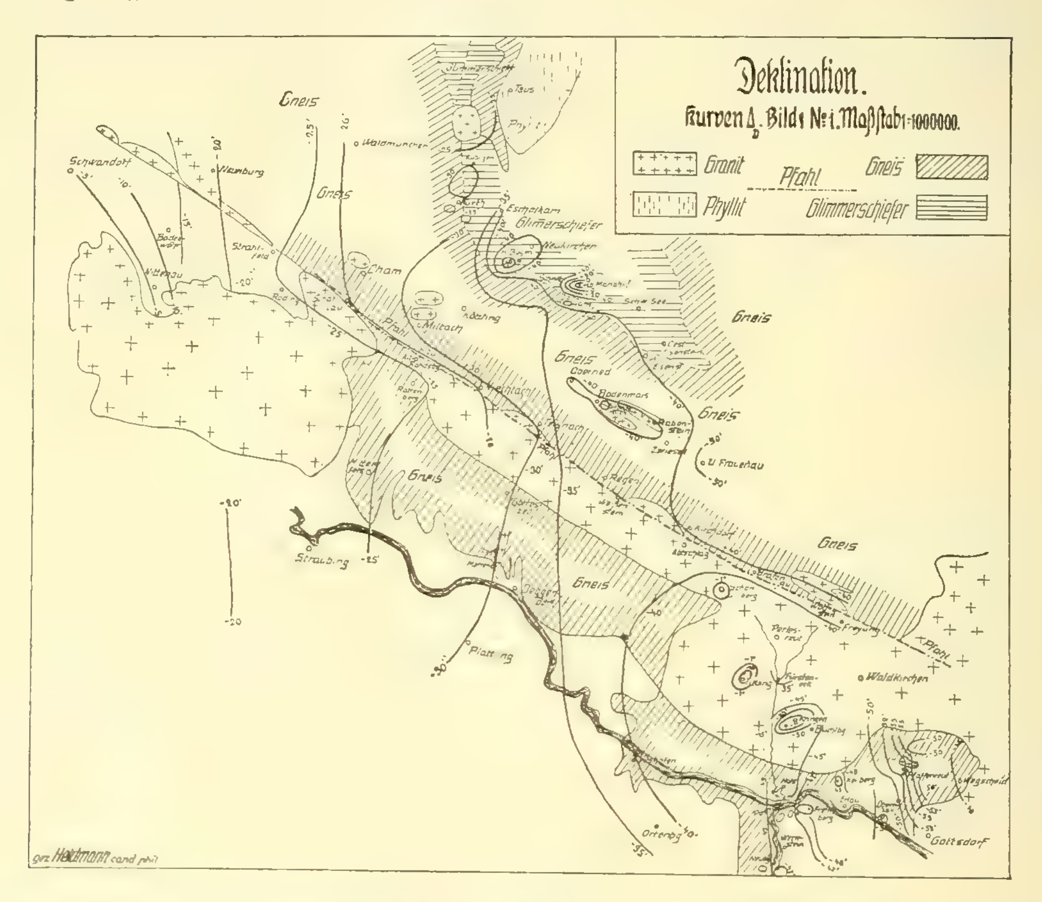


Bild I. No. 1. Gesamtgebiet. Deklination. Verlauf der Δ_D-Kurven.

Horizontal-Intensität. Bodenmais I hat für Δ_H den Wert $-352\,\gamma$; Bodenmais II: $-434\,\gamma$. Von den Stationen bei Mooshof weist I den Wert $-400\,\gamma$; II den Wert $-389\,\gamma$; III den Wert $-429\,\gamma$. Auch von den Unterrieder Stationen hat die mittlere den kleinsten Wert $-397\,\gamma$, die beiden anderen: -409 bezw. $-438\,\gamma$. Den nordwestlichen Teil des Lagerzuges scheint demnach eine Kurve $\Delta_H = -400\,\gamma$ im Nord- und Südhange zu begleiten, während eine Kurve $\Delta_H = -430\,\gamma$ den Lagerzug im Norden und Süden gegen die Umgebung abgrenzt. Den südöstlichen Teil dieses Gebietes bis Rotes Kot und wahrscheinlich darüber hinaus, umgibt eine Linie $\Delta_H = -450\,\gamma$. Besonders stark sind die Änderungen von H auf dem Wege von Bodenmais II (Schöneben) nach der Spitze des Silberberges beim Signalpunkt (Station Bodenmais III). Die Werte

von Δ_H ändern sich von $-434\,\gamma$ an über -484, -486, -558, -610 bis -2213; nun kommt ein plötzlicher Wechsel; bis jetzt ist $\Delta_H = H_{\text{beob.}} - H_{\text{München}}$ negativ, d. h. H nimmt stark ab; bei weiterer Annäherung an die Spitze — in gleicher Richtung fortschreitend — zeigt Δ_H folgende Werte: $+130\,\gamma$, $+2891\,\gamma$, $+3202\,\gamma$, $+3448\,\gamma$; also hat hier die Horizontalintensität Werte, welche wesentlich größer als die Münchener werden.

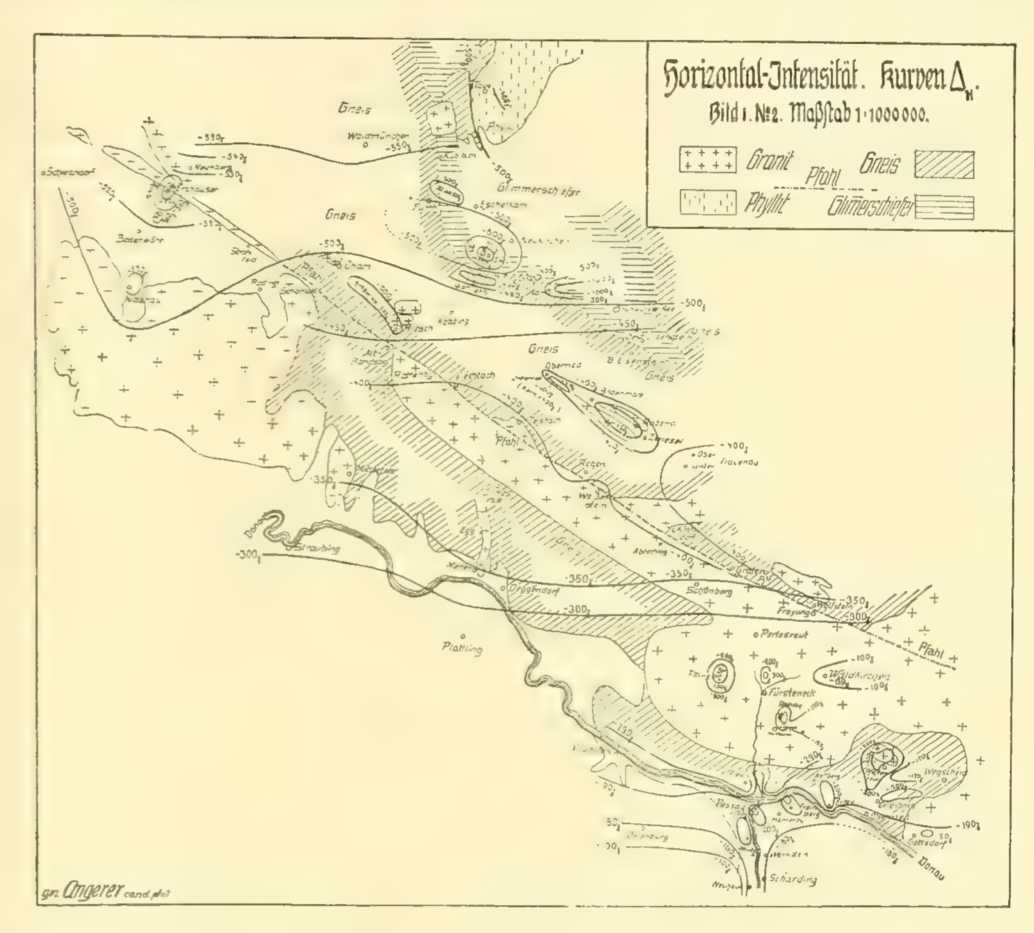


Bild I. No. 2. Gesamtgebiet. Horizontalintensität. Verlauf der Δ_H-Kurven.

I n k l i n a t i o n: Am Gipfel des Silberberges wurde für die Inklination 62° 37′ gefunden — der k l e i n s t e Wert, der im Gesamtgebiete des bayr. Waldes beobachtet wurde.

Der o b e r s t e T e i l d e s S i l b e r b e r g e s weist ein besonderes magnetisches Verhalten auf:

1. eine östliche Deklination im Betrage von 1° 38′,
2. einen hohen Wert von $H = 0{,}24\ 062\ \Gamma$, während nach NNW die Werte sehr rasch bis $0{,}18\ 326\ \Gamma$ abnehmen,
3. einen niedrigen Wert der Inklination: 62° 37′.

Nach Mitteilung des Bergamtes Bodenmais und des Oberbergamtes München waren im Oktober 1910, als diese Messungen gemacht wurden, keinerlei maschinelle Anlagen im Innern des Bergwerkes vorhanden, welche auf den Erdmagnetismus Einfluß hätten ausüben können.

Der Pfahl.

In der Richtung NW—SE zieht durch den bayr. Wald aus der Gegend Pösing bei Roding bis an die bayr. Grenze südöstlich von Freyung eine große Verwerfungsspalte — der Quarzzug des Pfahls. Die Kräfte, welche bei der Aufrichtung dieser merkwürdigen Bildung tätig waren, haben auch das angrenzende Gestein verändert und auf die Orientierung der eisenführenden Glimmer und der Begleitmineralien in den Gneisen eingewirkt. Daß dadurch der Verlauf der isomagnetischen Kurven beeinflußt wird, ist nicht zu verwundern. Hart an den südlichen Rand des südöstlichen Teiles des Pfahls treten die Granitmassen des Passauer Massivs heran. Dadurch entsteht ein gewisser Unterschied zwischen dem nordwestlichen und dem südöstlichen Teile des Pfahls, der in den magnetischen Kurvensystemen zum Ausdruck kommt.

Deklination. Bild I No. 1 zeigt, daß die Kurve $\Delta_D = -26'$ mit dem nordwestlichen Teile des Pfahls bis Viechtach verläuft, während die Kurve $\Delta_D = -25'$ den Südrand, die Kurve $\Delta_D - 30'$ den Nordrand begleitet. Auf eine lange Strecke des südöstlichen Teiles des Pfahls scheint die Kurve $\Delta_D = -40'$ dem Pfahl nördlich und südlich entlang zu ziehen. Denn im Passauer Granitmassiv ist $\Delta_D > -40'$ ebenso im Gebiete nördlich des Pfahls, während die im Pfahle gemessenen Punkte von Regen bis Wolfstein II Werte unter $-40'$ aufweisen.

Horizontal-Intensität. Aus Bild I No. 2 ergibt sich, daß die Kurve $\Delta_H = -400\,\gamma$ aus der Gegend Viechtach bis Freyung-Wolfstein in ungefährer Richtung des Pfahls verläuft.

Die Störungsgleiche $\delta_H = -110\,\gamma$ verläuft mit dem nordwestlichen Teile des Pfahls aus der Gegend südöstlich von Viechtach bis über das Ende des Pfahls hinaus längs jener großen Verwerfung, welche sich in der nordwestlichen Verlängerung des Pfahls bis Amberg verfolgen läßt. Den südöstlichen Teil des Pfahls begleitet eine Störungsgleiche $\delta_H = -200\,\gamma$.

Südöstliches Beobachtungsgebiet.

Gebiet um Passau. Bild III.

Deklination. Die Linie $\Delta_D = -40'$ scheint westlich von Schönberg und im Bogen westlich des Passauer Granitmassivs über Vilshofen zu verlaufen und nach Überschreitung des Donautales nach SE umzubiegen, vermutlich veranlaßt durch das Urgebirge im Winkel zwischen Donau und Inn. Im Neuburgerwald verläuft westlich Kohlbruck, westlich Neuburg am Inn, westlich Neuhaus am Inn und Reding die Kurve $\Delta_D = -42'$. $\Delta_D = -45'$ zieht nördlich der Donau westlich von Ries ($\Delta_D = -45'.3$) und östlich von Hacklberg ($\Delta_D = -44'.8$); südlich der Donau scheint diese Linie dem Inn zu folgen; Neuburg Höhe hat $\Delta_D = -42'.4$, Neuburg Tal $= -45'.6$, Wernstein am Ostufer $\Delta_D = -44'.9$. Bei Neuhaus am Inn (Granitstock) ist $\Delta_D = -47'.7$.

Während Ries auf der Höhe zwischen Donau und Ilz den Wert $\Delta_D = -45'.3$ aufweist, hat die Station Oberhaus den Wert 45'.0 und Hals im Ilzgrund $-43'.5$; auf der Höhe Siglberg am Ostufer der Ilz finden wir $-47'.3$. Es scheinen demnach die Formationen des Ilzgebirges einen besonderen Verlauf der isomagnetischen Kurven zu bedingen, so zwar, daß im Tale um Hals herum eine Kurve $\Delta_D = -44'$ und an den Osthängen und Westhängen eine Kurve $\Delta_D = -45'$ zieht, welch letztere das Donautal nicht über-

schreitet, sondern im Winkel Ilz-Donau zungenförmig verläuft. Nach Bild I No. 1 scheint diese Kurve mit der um das Gebiet bei Hutthurm zusammenzuhängen.

Von Sieglberg aus scheint eine Kurve $\Delta_D = -47'$ nach Süden über die Donau zu gehen und am Ostufer des Mühlbachtales gegen Steinbrunn zu verlaufen.

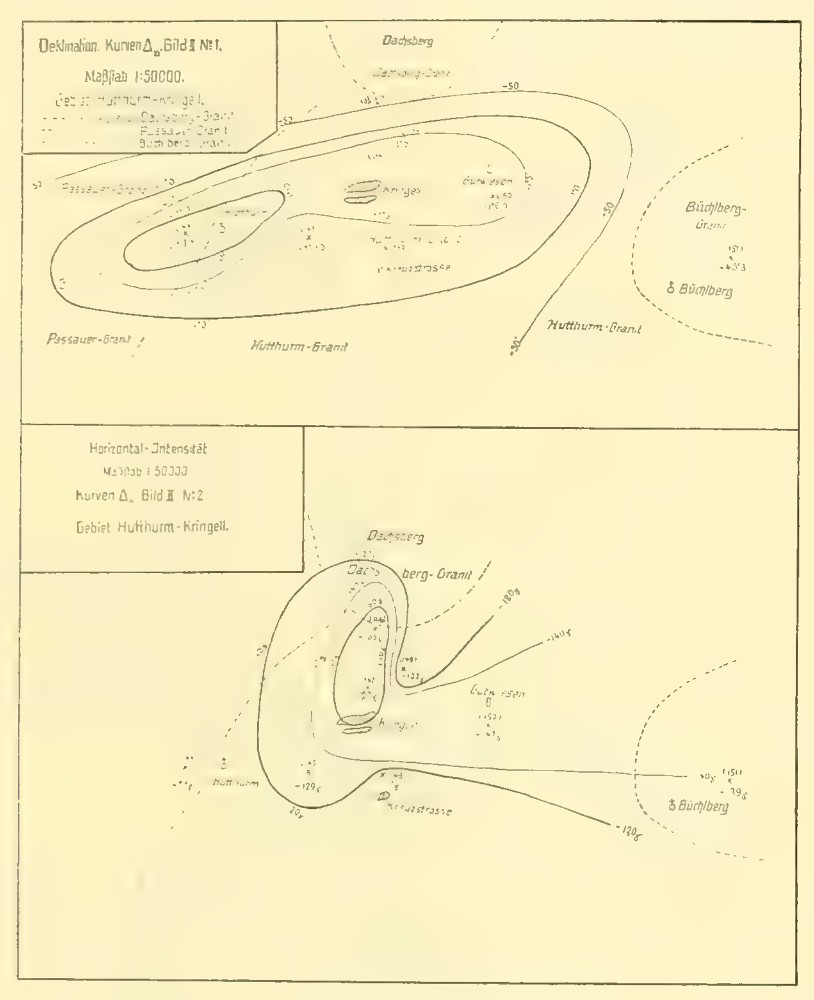


Bild II. Gegend Dachsberg-Hutthurm-Kringell.
No. 1. Deklination. Verlauf der Δ_D-Kurven.
No. 2. Horizontalintensität. Verlauf der Δ_H-Kurven.

Zwischen dieser Linie $\Delta_D = -47'$ und der Kurve $\Delta_D = -45'$ am Inn zeigen die Höhen zwischen Inn und Lindenbach und zwischen Lindenbach und Mühlbach besondere Verhältnisse. Die erstere Höhe zeigt verhältnismäßig zu große Werte von Δ_D: bei Voglau am Innufer $-49'\!.2$; auf der Höhe bei Hamberg $-51'\!.2$. Die zweite Höhe zwischen Lindenbach und Mühlbach hat wesentlich kleinere Werte: Station Erlenbachgrund am oberen Ende des Lindenbachtales $-45'\!.6$, Passau Mariahilf $-45'\!.8$, Brunnenhaus $-40'\!.6$.

Noch viel auffälliger als die eben behandelten Räume verhalten sich die Höhen zwischen Mühlbach und Haibach (Hammerberg) und zwischen Haibach und Donau (Höhen

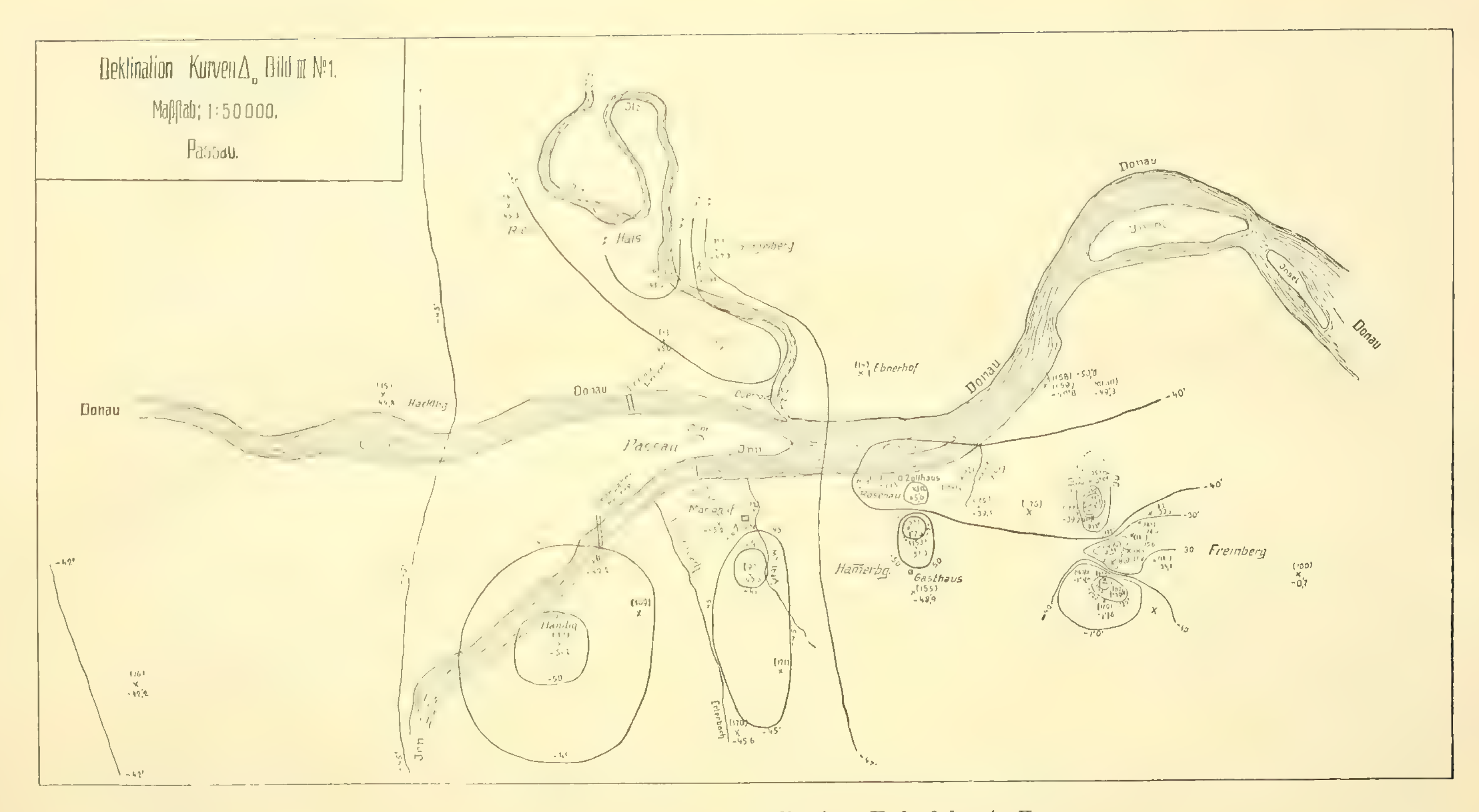


Bild III. No. 1. Gebiet um Passau. Deklination. Verlauf der Δ_D-Kurven.

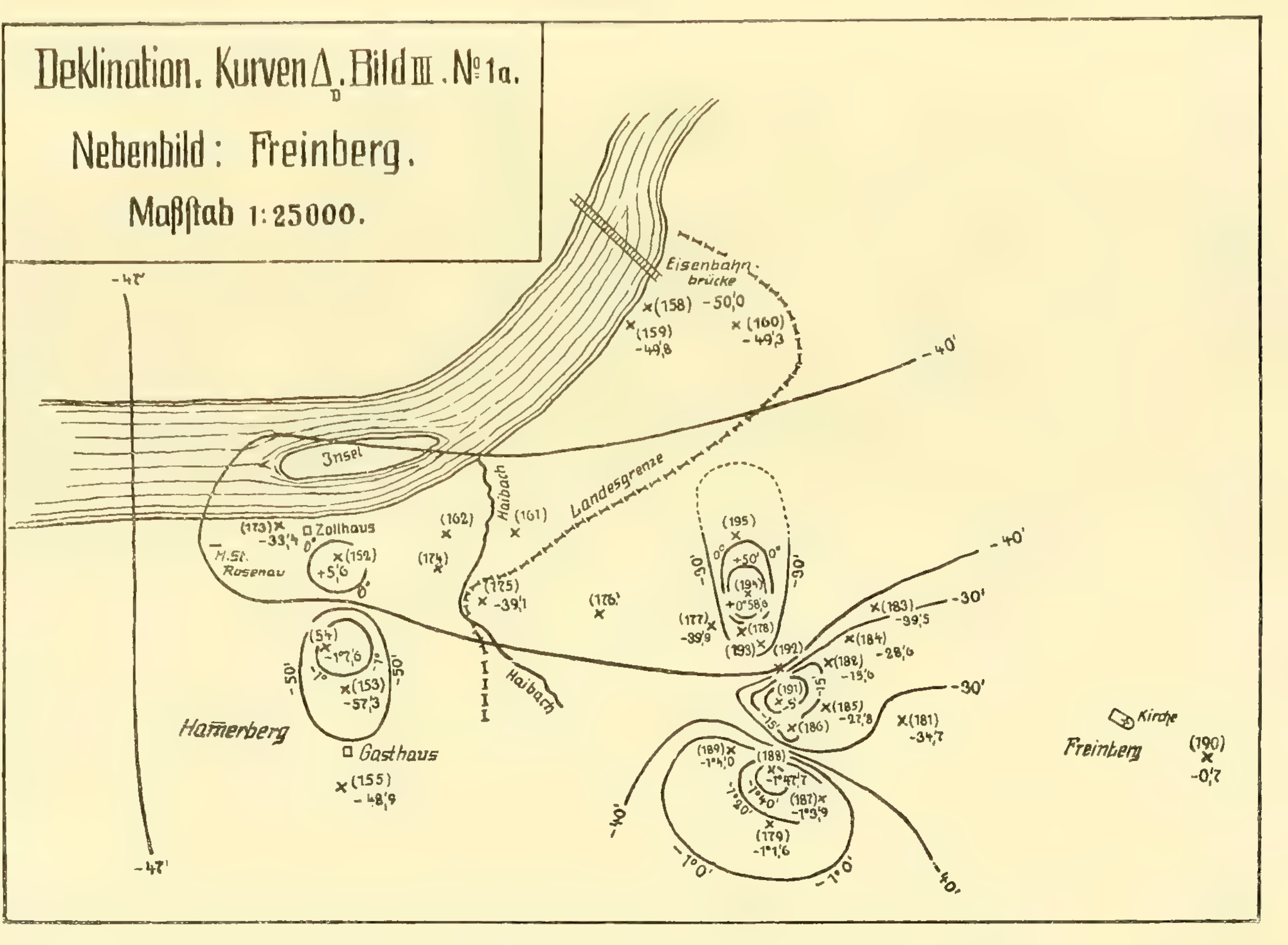


Bild III. No. 1a. Gegend Freinberg bei Passau. Deklination. Verlauf der Δ_D-Kurven.

von Freinberg, in Oberösterreich). Die Station Hammerberg-Höhe (No. 155) zeigt den Wert $-48'.9$; auf halber Höhe bei Station 153 ist $\Delta_D = -57'.3$; bei Station 154 ist $\Delta_D = -1^0\,7'$. Am Fuße des Hammerberges an der Haibachstraße (Station 152) ist $\Delta_D = +5'.6$ d. h. die hier beobachtete, westliche Deklination ist um $5'.6$ größer, als der in München registrierte Wert. Am südlichen Donauufer (gegenüber Zusammenfluß Inn-Donau) bei Rosenau hat Δ_D den Wert $-33'.4$.

Gebiet um **Freinberg**. (Sehr gestört.)

Der Südhang von Freinberg (westlich von Unterfreinberg gegen den Ratzinger Bach) zeigt kleine Werte der westlichen Deklination; Δ_D hat hier Beträge zwischen -1^0 und -2^0. Unmittelbar nördlich, am Nordhang in einer Tiefenlinie gegen das Donautal finden sich Werte der westlichen Deklination bis zu $10^0\,5'.4$, wo also $\Delta_D = +58'.6$ ist, also Änderungen der Deklination auf die kurze Entfernung von etwa 1 km im Betrage bis zu 3^0.

Östlich von Freinberg bei Station 190 = Freinberg XIII ist Δ_D sehr klein $= -0^0\,0'.7$. Im Donautale nördlich von Freinberg ist $\Delta_D = -50'$.

In diesem Gebiete haben also die Kurven Δ_D und ebenso die Störungsgleichen δ_D ein sehr verwickeltes Aussehen. Das gleiche komplizierte Bild ergeben die Linien Δ_H und δ_H für den Verlauf der Horizontal-Intensität. Es mag darauf hingewiesen werden, daß im Haibachtale ausgedehnte Pegmatitgänge verschiedentlich zu Tage treten.

Horizontal-Intensität. Der Hang südlich Freinberg, welcher kleine Deklinationswerte ausweist, hat große Werte für die Horizontal-Intensität; Δ_H hat hier positive Werte d. h. der beobachtete Wert ist größer als der in München gleichzeitig registrierte. Umgekehrt hat die Tiefenlinie am Nordhange, wo wir große Deklinationswerte fanden, kleine Werte von H, so daß die Horizontal-Intensität auf geringe Entfernungen sich um mehr als 1300 γ ändert.

Beträchtliche Werte erreicht Δ_H auch auf den Hängen und auf den Inn-Terassen bei Oest. und Bayr. Haibach und am Fuße des Hammerberges (Station 152): hier wird $\Delta_H = -808\,\gamma$, so daß auch hier einem großen Werte der Deklination eine kleine Horizontal-Intensität entspricht. Auf der Höhe des Hammerberges hat Δ_H den Wert $-139\,\gamma$; an den Stationen Steinbrunn und Schardenberg südlich von Hammerberg wurde $-156\,\gamma$ bezw. $-161\,\gamma$ beobachtet.

Höhe westlich des Mühlbachtales. Auf halber Höhe bei Station 172 finden wir für Δ_H den Wert $-158\,\gamma$, auf der Höhe selbst bei Mariahilf $-155\,\gamma$ bezw. $-169\,\gamma$ an der Lamontstation; am Brunnenhaus $-198\,\gamma$ und weiter südlich bei Station 171 den Wert $-214\,\gamma$; im Erlenbachgrund $-196\,\gamma$; Hamberg $-197\,\gamma$; im Inntale bei Voglau $-245\,\gamma$ und bei Station 3 am Osthange des Lindenbachtales $-265\,\gamma$. Eine in sich geschlossene Kurve $\Delta_H = -200\,\gamma$ scheint demnach die Freinberger Höhen und den nördlichen Hang des Hammerberges einzuschließen; ein zweites solches Gebiet mit einem Kern von etwa $\Delta_H = -270\,\gamma$ am Inn die Höhen westlich des Mühlbachtales. Hier scheint die Kurve $\Delta_H = -200\,\gamma$ etwas nördlich über den Inn auszugreifen.

Am Westufer des Inn finden wir im Neuburgerwald ein Gebiet, umschlossen von $\Delta_H = -190\,\gamma$ mit einem Kern von etwa $-200\,\gamma$ bei Neuburg.

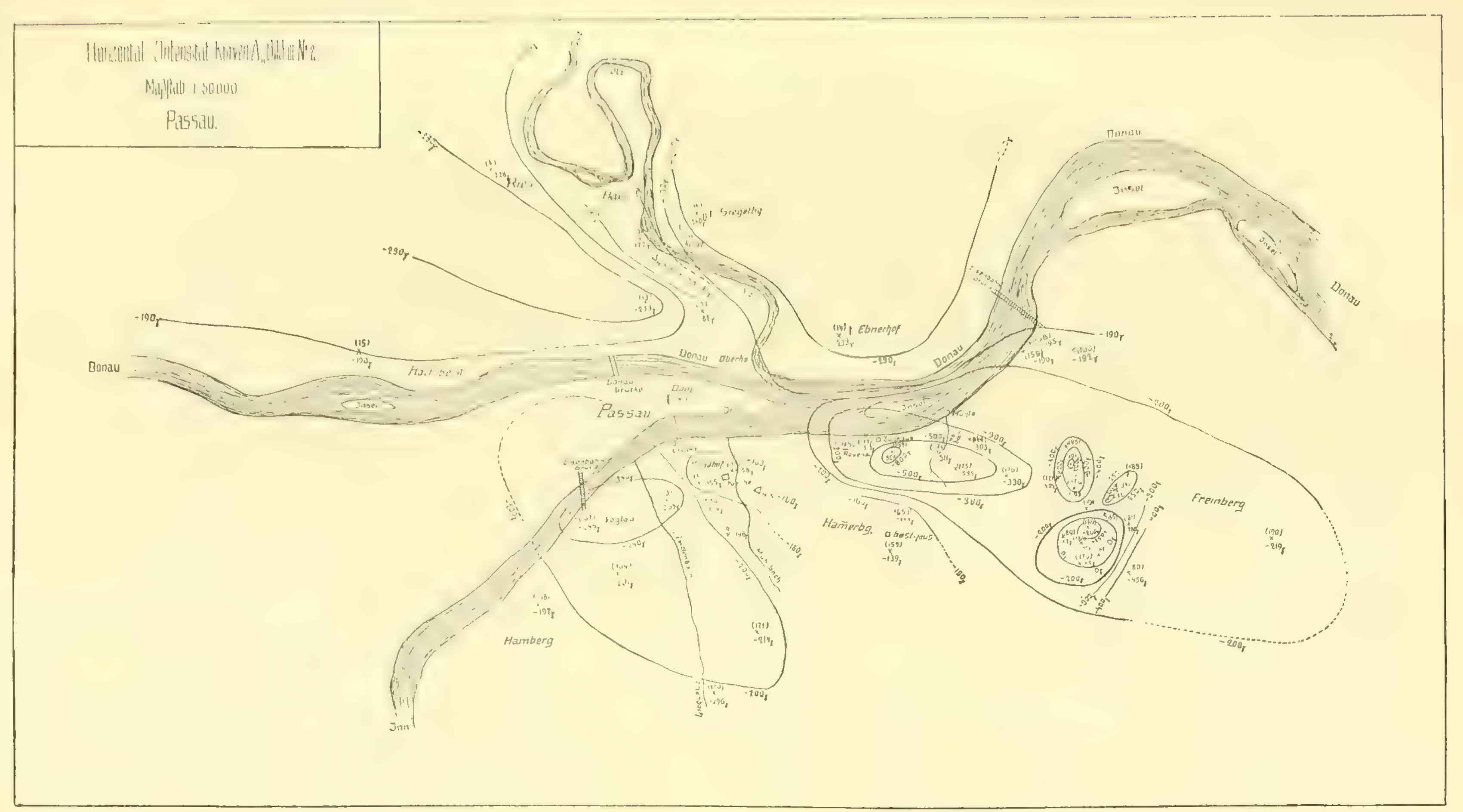


Bild III. No. 2. Gebiet um Passau. Horizontalintensität. Verlauf der Δ_H-Kurven.

Die südlich davon gelegenen Stationen Neuhaus und Reding haben Werte für $\Delta_H = -99\,\gamma$ und $-97\,\gamma$; an der bereits westlich der Gneisformation befindlichen Station Ortenburg ist $\Delta_H = -162\,\gamma$. Die Kurven $\Delta_H = -160\,\gamma$ und $\Delta_H = -100\,\gamma$ scheinen demnach, so lange sie in den jüngeren Formationen westlich des Urgebirges ziehen, eine westöstliche Richtung zu haben; sie biegen bei Annäherung an den Inndurchbruch stark nach Süden ab; am Ostufer des Inn finden wir die Kurve $\Delta_H = -180\,\gamma$ (Schärding $\Delta_H = -181\,\gamma$; Wernstein $\Delta_H = -179\,\gamma$). Wo also der Inn in engem Bette das Gebirge durchbricht, verlaufen die Kurven Δ_H enggedrängt [von etwa -100 bis $180\,\gamma$] mit dem Inn von S nach N.

Stationen am nördlichen Donauufer und im Ilztale.

Ein Minimum wurde gefunden im Ilztale bei Hals $\Delta_H = -172\,\gamma$; auf der Höhe zwischen Ilz und Donau bei Station 12 (Oberhaus) ist $\Delta_H = -182\,\gamma$; bei Station 13 (Bergfried) $-233\,\gamma$; bei Station 4 (Ries) $-228\,\gamma$; bei Station 15 (Hacklberg) im Donautal hat Δ_H den Wert $-190\,\gamma$. Da die Stationen Vilshofen den Wert $209\,\gamma$ (bei Vilshofen II) und $-229\,\gamma$ (bei Vilshofen I) aufweisen, so verläuft die Kurve $\Delta_H = -190\,\gamma$ zuerst südlich der Donau, dann am Nordufer der Donau und folgt den Steilhängen im Winkel zwischen Donau und Ilz, sie zieht dann ilzaufwärts über Hals hinaus, tritt auf die Osthänge der Ilz über (die Stationen auf der Höhe östlich der Ilz bei Siglgut und bei Ebnerhof haben Werte von $-240\,\gamma$ und $-233\,\gamma$) und verläuft dann weiterhin ungefähr am Südufer der Donau: bei Bayr. Haibach I und II unmittelbar an der Donau haben wir die Werte $-196\,\gamma$, $-195\,\gamma$, $-194\,\gamma$; bei Erlau am Nordufer der Donau $-200\,\gamma$; bei Obernzell I $-192\,\gamma$.

Von Vilshofen an scheint die Kurve $\Delta_H = -230\,\gamma$ den Höhen am Nordufer der Donau zu folgen bis zur Oberhauser Leite bei Passau; hier folgt sie den Westhängen der Ilz nach Norden bis an den Südrand des Passauer Granitmassivs, tritt auf das Ostufer der Ilz über und geht in südlicher Richtung über Siglgut bis auf die nördlichen Donauhöhen bei Ebnerhof und begleitet eine Zeit lang auf der Höhe das nördliche Donauufer. Wo die Donau aber nach SE umbiegt (nördlich von Freinberg) scheint die Kurve $\Delta_H = -230\,\gamma$ in der Richtung auf Thyrnau der Grenze Granit-Gneis zu folgen, denn eine Kurve $\Delta_H = -200\,\gamma$ finden wir bei Kellberg und nördlich des Graphitgebietes.

Inklination. Die Kurven $\Delta_J = +20'$, $+25'$, $+30'$ erfahren beim Eintritt in das Urgebirge eine starke Ablenkung nach NE bis NNE d. h. $\Delta_J = J_{\text{beob.}} - J_{\text{München}}$ zeigt im Gebirge bei Passau und im Passauer Granitmassiv erst in höheren geographischen Breiten jene Werte, welche bei normaler Verteilung schon in südlicheren Orten anzutreffen wären; es ist demnach Δ_J und also auch J in unserem Gebiet etwas zu klein. Das zeigten bereits die Lamontschen Kurven $\Delta_J = -10'$; 0; $+10'$ und die Messerschmittsche Kurve $\Delta_J = +20'$.

Das Gneisgebiet des Neuburger Waldes westlich des Inn zeigt ein besonderes Verhalten; Δ_J nimmt hier von Werten größer als $+20'$ bis auf $-3'.8$ ab; letzterer Wert wurde bei Neuburg am Inn gefunden. Die hier beobachtete Inklination ist nur $63^0\ 1'.3$.

Nördlich von Passau im Ilztale bis etwa zum Beginne des Passauer Granitmassivs scheint die Inklination ein ganz ähnliches merkwürdiges Verhalten zu zeigen, das wir auch für D und H fanden. Die Kurven Δ_J und ebenso die Störungsgleichen δ_J bilden hier ein geschlossenes Kurvensystem.

Zusammenfassend kann man wohl sagen, daß die Täler bei Passau dem Verlaufe der isomagnetischen Kurvensysteme mannigfach ihr Gepräge geben und zwar nicht bloß die großen Täler der Donau und des Inn, sondern auch die kleineren der Ilz und der anderen Seitenflüsse. Die Kräfte, welche einstmals zur Bildung der Brüche und der Einsenkungen führten, haben wohl mannigfach auch die Stellung der eisenführenden Glimmer in den Gneisen und der anderen Gemengteile, welche in magnetischer Hinsicht eine Rolle spielen, beeinflußt, und ihnen vielfach eine sich regelmäßig wiederholende Orientierung gegeben.

Umgebung von Kellberg.

Gümbel S. 342, 584, 904. Bei Bad Kellberg stark eisenhaltige Heilquelle; am Erzberge in der Nähe früher lebhafter Bergbau auf Eisenerz und zwar Brauneisenstein. Hornblendegestein an Kuppe von Kellberg.

Die benachbarten Stationen Kellberg-Dorf, -Bad, Grafenmühle, Erlau weisen nicht unbeträchtliche Unterschiede auf.

Östlich von Passau verläuft die Kurve $\Delta_D = -47'$, bei Kellberg Bad finden wir $\Delta_D = -48'$, weiter östlich (ungefähr nördlich Obernzell) die Kurve $\Delta_D = -49'$, bei Kellberg Dorf dagegen (also zwischen den Kurven $-47'$ und $-48'$) wurde für Δ_D der Wert $-43\overset{'}{.}1$ gefunden, also haben wir hier ein Gebiet mit verhältnismäßig kleinem Werte von Δ_D.

Δ_H hingegen hat für Kellberg Bad einen kleineren Wert als für Kellberg Dorf $-152\,\gamma$ gegen $-200\,\gamma$; ebenfalls $-200\,\gamma$ weist Erlau im Donautale auf. Einen sehr kleinen Wert $-108\,\gamma$ zeigt die im Tale des Hörreuther Baches gelegene Grafenmühle.

Passauer Granitmassiv.

Gebiet nördlich von Passau bis Pfahl.

Beobachtungsgebiete: Tittling, Hutthurm, Fürsteneck, Waldkirchen.

Je nach der wechselnden Zusammensetzung des Granites und der verschiedenen Art seiner Entstehung ergeben sich an den einzelnen Orten ganz verschiedene Beobachtungsresultate. Sehr bedeutende örtliche Störungen werden im ganzen Granitgebiet angetroffen.

Tittling I auf dem Granitmassiv des Kalvarienberges hat einen auffallend kleinen Wert der Deklination ergeben: $7^0\,1\overset{'}{.}3$, bei Tittling II ist die Deklination $8^0\,25\overset{'}{.}8$, entsprechend sind die Δ_D Werte für Tittling I: $-2^0\,25\overset{'}{.}6$, für Tittling II: $-1^0\,6\overset{'}{.}4$. Dem geringen Werte der Deklination entspricht auch hier, wie in der Freinberger Gegend, ein hoher Wert von H: bei Tittling I: 0,20668 Γ und $\Delta_H = +55\,\gamma$ (also ein größerer Wert als in München); bei Tittling II: H = 0,20437 Γ: $\Delta_H = -204\,\gamma$. Für die Inklination wurde gefunden: bei Tittling I $63^0\,35\overset{'}{.}0$ und $\Delta_J = +23\overset{'}{.}5$, bei Tittling II: $63^0\,59\overset{'}{.}7$ und $\Delta_J = +48\overset{'}{.}2$.

Fürsteneck hat annähernd die gleiche geographische Breite wie Tittling, hier wurde für Fürsteneck II (Höhe) die Deklination zu $9^0\,4\overset{'}{.}6$ Δ_D zu $-32\overset{'}{.}6$ ermittelt.

Δ_H für Fürsteneck (Tal) $= -336\,\gamma$; für Fürsteneck II (Höhe) $= -209\,\gamma$
Δ_J „ „ „ $= +32\overset{'}{.}8$; „ „ „ $= +33\overset{'}{.}2$.

Also vollkommen verschiedene Werte von den Tittlinger-Werten.

Wieder ganz andere Werte finden sich bei Waldkirchen: für H: 0,20490 Γ; $\Delta_H = -69\,\gamma$; J = 63° 30,'3; $\Delta_J = +24{,}'8$; und wieder ein durchaus verschiedenes Bild gibt die Gegend von Kringell südlich von Fürsteneck.

Gegend Kringell.

Beobachtungsorte: Hutthurm, Kringell, Gutwiesen, Büchlberg.

Lamont hatte 1854 auf einer Anhöhe westlich des Dorfes Kringell gemessen; da die Ergebnisse einen bedeutenden Lokaleinfluß anzudeuten schienen, so wiederholte er 1855 die Messungen an einem nahen Punkte auf derselben Anhöhe.

Gümbel (S. 641) erwähnt am Dachsberg nördlich Kringell eine von Granitzügen eingeschlossene Gneisscholle. Frentzel S. 124 bemerkt dazu, daß er trotz wiederholten Absuchens weder Gneis noch irgendwie gneisartige Gesteine finden konnte. Nach ihm besteht der ganze Dachsberg aus einer Abart des Passauer Waldgranits, den er Dachsberg-Granit nennt; derselbe ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß das Hinneigen zur Porphyrstruktur nicht nur unter dem Mikroskop, sondern auch mit freiem Auge deutlich zu erkennen ist.

Die von Frentzel entworfene Karte zeigt in unserem Gebiete 4 Granitarten:

I. Dachsberg-Granit am Dachsberg (Frentzel S. 124); schwarze Erzpartikelchen sind etwas zahlreicher vertreten; Bildung von pleochroitischen Höfen um Zirkon- und Erzeinschlüsse vorhanden. Nebengemengteile: Apatit und Zirkon nicht eben häufig.

II. Passauer-Granit (Frentzel S. 120) westlich Hutthurm. Häufig sind die Einschlüsse von Zirkon und Erzkörnchen im Biotit, um die sich dann regelmäßig ein pleochroitischer Hof gebildet hat. Nebengemengteile: Zirkon, Apatit, Ilmenit bezw. titanhaltiges Magneteisen. Dieselben sind bei einigen Vorkommen zahlreich, in der Regel jedoch nur spärlich vertreten. Titanit findet sich lediglich in der Nähe der Quarzglimmerdiorite, dort aber teilweise in grosser Menge z. B. Fürstenstein, Appmannsberg. Vereinzelt kommt Schwefelkies vor.

III. Hutthurm-Granit (Zweigglimmergranit) (Frentzel S. 128), südlich vom Dachsberg. Nebengemengteile: Apatit, selten Zirkon. Der Erzgehalt beschränkt sich zumeist auf einige kleinere Magnetitkörnchen. Geologisch bildet der Hutthurmtypus die Randfazies des Passauer Waldgranits, in den er durch Abnahme und endlich vollkommenen Verlust des Muskowits und entsprechende Zunahme des Biotits übergeht.

IV. Büchlberg-Granit (Frentzel S. 126) bei Büchlberg. Die Nebengemengteile Zirkon, Apatit, schwarze Erzkörnchen sind ziemlich spärlich. Auch hier fehlen die dunklen pleochroitischen Höfe um die im Biotit eingelagerten Zirkon- und Erzpartikelchen nicht.

Die erdmagnetischen Elemente zeigen namentlich an der Grenze des Passauer- und des Hutthurm-Granits beträchtliche Störungen. Die westliche Deklination ist bei Hutthurm I (westlich Hutthurm) stark herabgedrückt: beob. Wert ist 7° 45,'9; $\Delta_D = -1^0\,17{,}'4$ und Störung $\delta_D = -24{,}'3$ haben hier einen Größtwert. Die Störung δ_H ist bei Hutthurm I und II, bei Kringell IV und bei Gutwiesen negativ; bei Kringell I (gegen den Fuß des Dachsberges hin) und bei Büchlberg positiv. Es ist demnach das Gebiet des Hutthurm-Granites in seinem ungefähren Verlaufe durch negative Werte der Störung δ_D charakterisiert und durch die Störungsgleiche $\delta_\Delta = 0$ gegen die Umgebung abgegrenzt.

Westlich von Hutthurm wurde ein verhältnismäßig zu großer Wert von H beobachtet; Δ_H ist hier $= -77\,\gamma$, während der normale Wert etwa $= -108\,\gamma$ wäre. δ_H ist demnach $= +31\,\gamma$.

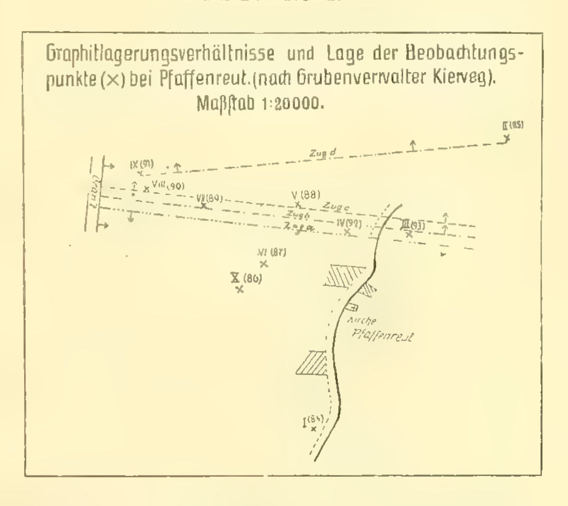
Zwischen Kringell und Dachsberg im Gebiete des Hutthurm-Granits ist H verhältnismäßig klein: die Werte für Δ_H und entsprechend die Störungswerte δ_H erreichen hier einen Höchstwert: $\Delta_H = -165\,\gamma$ bezw. $-172\,\gamma$, $\delta_H = -54\,\gamma$ bezw. $= -61\,\gamma$.

Am Ost- und Südhange von Kringell (bei Hutthurm II, Kringell-Kreuzstraße, Kringell IV) nimmt Δ_H beträchtlich ab. Von Kringell II in östlicher Richtung auf Kringell IV ändert sich Δ_H auf eine geringe horizontale Entfernung (etwa 300 m) von $-172\,\gamma$ bis $-102\,\gamma$. Hier ist — ebenso wie bei Hutthurm I — ein Gebiet positiver Störungswerte δ_H. Von Kringell IV gegen Osten bis Gutwiesen steigt Δ_H wieder bis $-147\,\gamma$; bis Büchlberg (im Gebiete des Büchlberg-Granits) ändert sich Δ_H nur wenig auf $-139\,\gamma$.

Wir finden in unserem Gebiete sowohl an der Grenze Passauer Granit—Hutthurm-Granit als auch am Osthange des Hügels von Kringell eine Störungsgleiche 0, d. h. hier hat H den Wert, wie er einer normalen Verteilung entsprechen würde.

Wenn wir im Zusammenhange mit dem Passauer Granitmassiv noch die Gegend um Schönberg besprechen, in welcher bereits Lamont beträchtliche Störungen feststellte, und darauf hinweisen, daß sich hier für Δ_D: $-1^0\,7'\!.6$; für Δ_H: $-330\,\gamma$ und für $J = 63^0\,18'\!.3$; für $\Delta_J = +6'\!.8$ ergab, so kann man wohl zusammenfassend behaupten, daß das ganze Passauer Granitmassiv sich durch sehr starke und sehr wechselnde Störungen auszeichnet.

Bild IV. No. 1.



Graphitlagerungsverhältnisse und Lage der Beobachtungspunkte (×) bei Pfaffenreut. (nach Grubenverwalter Kieweg). Maßstab 1:20000.

Graphitgebiet.

Die Richtung der einzelnen Lagerzüge von Pfaffenreut und ihr Fallen ergibt sich aus Bild IV No. 1 (nach Angaben des Grubenverwalters Kieweg). Die 3 südlichen ziehen von Ost nach West mit einer kleinen Drehung EES—WWN; der nördlichste Zug dagegen erstreckt sich von EEN nach WWS. Dieses Bild zeigt auch, wie die einzelnen Beobachtungspunkte zu den Graphitzügen liegen.

Die Richtung der Graphitlagerzüge beeinflußt deutlich den Verlauf der isomagnetischen Kurvensysteme. Die Kurven für Δ_D biegen im Graphitgebiet bezw. südlich davon deutlich nach Osten um und verlaufen beim Austritt aus dem Graphitgebiet wieder von N nach S. Im Hauptgraphitgebiet verlaufen sie, wie Bild IV No. 2 zeigt, mit den Zügen in ostwestlicher Richtung.

Der nördlichste Lagerzug von Pfaffenreut hat verhältnismäßig kleine Werte von Δ_D; er erscheint durch die Kurve $\Delta_D = -50'$ von der Umgebung abgegrenzt. Die Stationen über den südlichen Lagerzügen haben wesentlich höhere Werte für Δ_D.

Auf dem Granitrücken — Pfaffenreut X — hat Δ_D einen zu kleinen Wert, den kleinsten im ganzen Gebiet. Auch im Granitgebiet bei Gottsdorf findet man kleine Werte von Δ_D und ebenso östlich des Graphitgebietes bei Wegscheid.

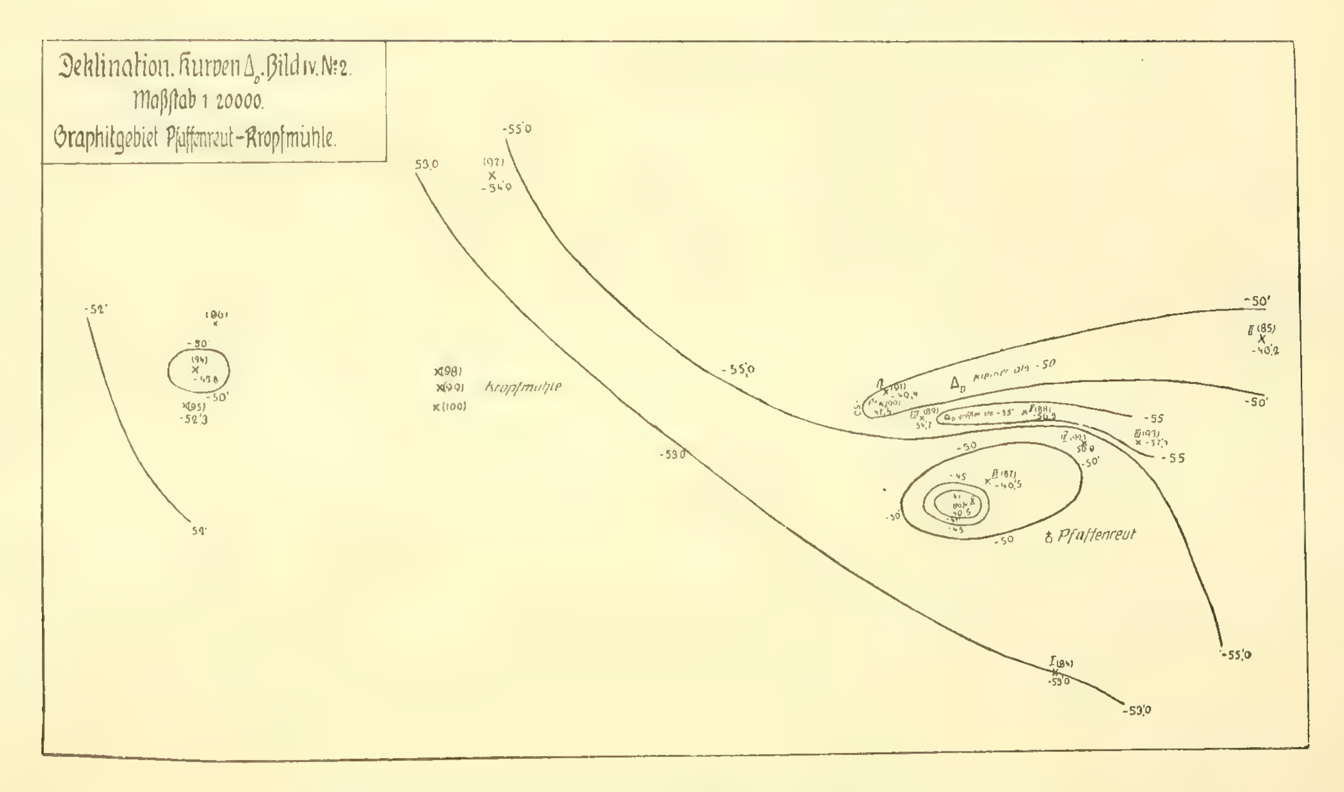


Bild IV. No. 2. Graphitgebiet. Deklination. Verlauf der Δ_D-Kurven.

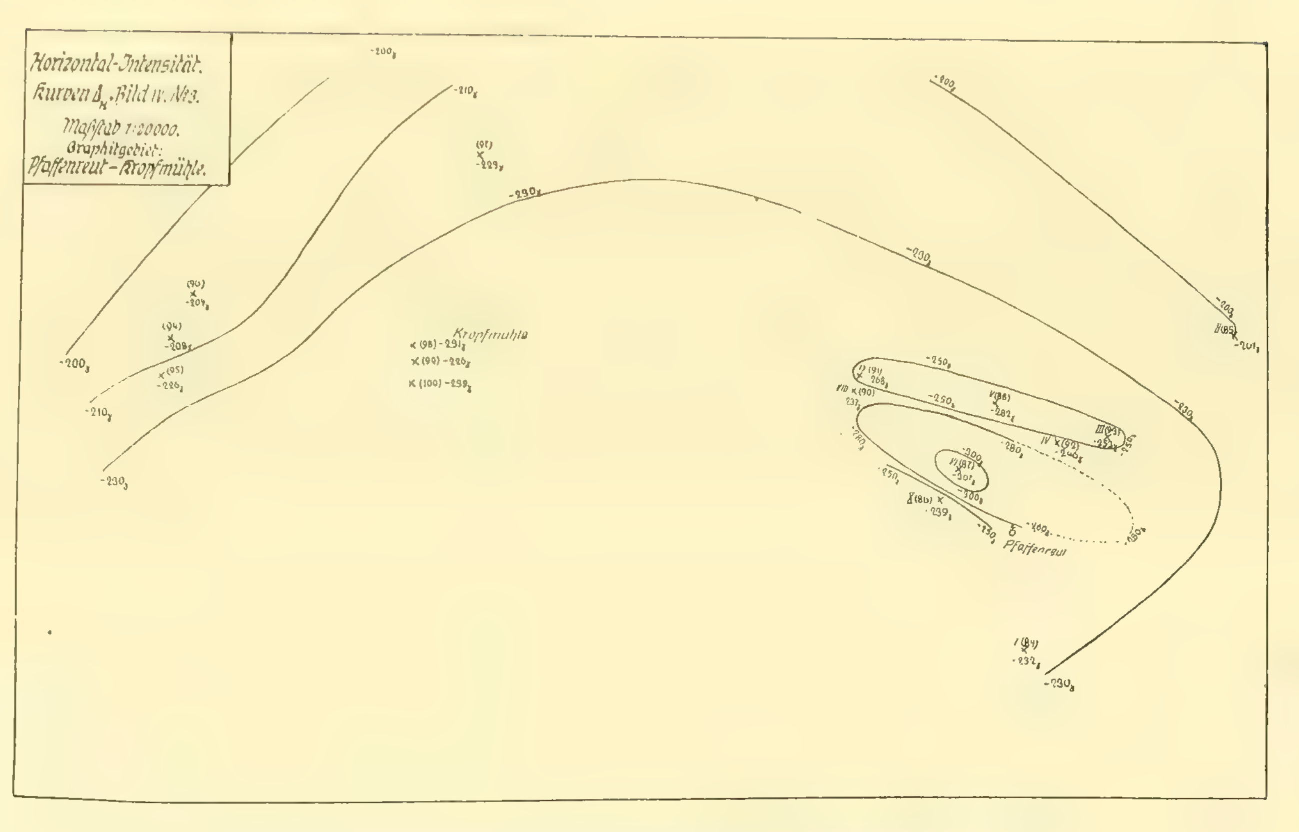


Bild IV. No. 3. Graphitgebiet. Horizontalintensität. Verlauf der Δ_H-Kurven.

Auch die Störungsgleichen δ_D heben das Graphitgebiet von Pfaffenreut und Kropfmühle deutlich ab und die westöstliche Richtung der Lagerzüge prägt sich in ihrem Verlaufe aus. Der nördlichste Lagerzug hat größere Werte von δ_D; die Stationen über den südlichen Zügen zeigen dagegen sehr kleine Werte. Der Ganitrücken bei Station X hat einen hohen Wert von $\delta_D = + 18{,}'6$; auch das Granitgebiet von Gottsdorf verhält sich ähnlich.

Horizontal-Intensität.

Viele von den Pfaffenreuter Stationen sind durch hohe Werte von Δ_H ausgezeichnet, d. h. das Graphitgebiet hat im allgemeinen kleinere Werte von H als die Punkte außerhalb der Lagerzüge. In den Kurven von Δ_H scheint sich nicht nur die westöstliche Richtung der südlichen Lagerzüge, sondern auch deren kleine Verdrehung WWN—EES auszuprägen. Den höchsten Wert zeigt Station VI mit $\Delta_H = - 307\ \gamma$. Es mag darauf hingewiesen werden, daß Herr Grubenverwalter Offermann den Reichtum von Schwefelkies für diesen Punkt besonders hervorhebt.

Auffallend ist das große Gefälle gegen die sehr benachbarte Station X (Granit) $\Delta_H = - 239\ \gamma$.

Ähnliche Betrachtungen lassen sich über die H-Störungsgleichen anstellen. Fast sämtliche Stationen, besonders die Pfaffenreuter, sind durch hohe Störungswerte δ_H ausgezeichnet, am meisten VI.

Eine besondere Ausnahme scheint die Station Pfaffenreut II (Erlwiese) zu machen mit einem kleinen Werte von δ_H (Freiheit von Schwefelkies und Magnetkies nach Offermann). Die Stationen außerhalb der Graphitlagerzüge — also X und I — haben kleine Werte von δ_H.

Längs des Nordufers der Donau scheint die Kurve $\Delta_H = - 190\ \gamma$ zu ziehen; mit der Annäherung an das Graphitgebiet nimmt Δ_H zu; eine Kurve $\Delta_H = - 200\ \gamma$ umschließt die Gebiete Pfaffenreut, Kropfmühle, Rampersdorf. Je mehr man sich den Pfaffenreuter Zügen nähert (Grenze Gneis-Granit), um so größer werden die Zahlen für Δ_H.

Ein Gebiet mit Werten von Δ_H größer als $- 200\ \gamma$ erstreckt sich östlich von Untergriesbach bis Pelzöd an der Grenze Gneis-Granit.

Kleinere Werte als $- 170\ \gamma$ zeigt Δ_H im Raume östlich Pfaffenreut von Saxing über Wegscheid hinaus (Gneis).

Längs der Donau finden wir eine Störungsgleiche $\delta_H = - 140\ \gamma$. Nach Norden nehmen die Störungswerte zuerst ab. Eine Störungsgleiche $\delta_H = - 120\ \gamma$ scheint große Teile des Graphitgebietes abzugrenzen. Wesentliche Teile von Pfaffenreut, Kropfmühle, Rampersdorf umgibt eine Störungsgleiche $\delta_H = - 150\ \gamma$. Noch höhere Werte finden wir an jenen Stellen der Pfaffenreuter Züge, welche durch Reichtum an Schwefelkies und Magnetkies ausgezeichnet sind.

Im Gneisgebiet östlich von Saxing bis über Wegscheid hinaus scheinen die Werte von δ_H kleiner als $- 100\ \gamma$.

Inklination.

Im Gebiete östlich von Kellberg sind die Werte Δ_J kleiner als $+ 20'$ (die Kurve $\Delta_J = + 20'$ läuft hier SSW—NNE). Besondere Verhältnisse zeigt das Graphitgebiet. Wir finden dort in den Inklinationskurven Zonen mit ostwestlicher Erstreckung; ein Gebiet,

in welchem Δ_J größer als $+ 20'$, im Kern sogar größer als $+ 30'$ ist: das Gebiet Pfaffenreut-Kropfmühle. Hier ist also die Inklination verhältnismäßig groß, mit Ausnahme von Pfaffenreut II.

Unmittelbar südlich davon — bei Saxing — liegt eine zweite Zone, wo Δ_J kleiner ist als $+ 10'$, im Minimum bei Saxing $+ 3{,}'3$; dieses Gebiet zeigt also J-Werte, die nur wenig größer sind, als die Münchener.

Hieran schließt sich nach Süden bis zur Donau ein Gebiet, wo Δ_J wieder größer ist als $+ 20'$: das Gebiet um Habersdorf, Rampersdorf, Untergriesbach bis zur Gegend östlich Obernzell. Westlich von Obernzell ist Δ_J auffallend klein $= + 3{,}'2$.

Das an das Graphitgebiet östlich Untergriesbach anschließende Granitgebiet hebt sich — was die Inklination angeht — scharf ab: es ist durch negative Werte Δ_J ausgezeichnet, d. h. hier ist die beobachtete Inklination kleiner als der Münchener Wert.

In der geologischen Literatur ist vielfach darauf hingewiesen, daß von dem Abbruch des Urgebirges gegen die bayer.-schwäbische Hochebene (Donautal von Regensburg bis unterhalb Passau) bis in den innersten böhmischen Wald ein einheitliches Generalstreichen der Schichten hervortritt, das ziemlich genau nordwestlich verläuft. So schreibt Weinschenk S. 2: „Nicht nur die Schichten des Gneises und seiner ursprünglichen Einlagerungen verlaufen in dieser Richtung, sondern ebenso auch die hauptsächlichsten Bruchlinien, welche das Gebiet durchsetzen und auf denen sich manchmal jüngere Bildungen eingestellt haben“.

Diese Richtung NW—SE finden wir auch im Verlaufe der magnetischen Kurvensysteme vielfach wieder, wie ein Blick auf die beigelegten Skizzen dartut.

Es gibt aber auch viele Fälle in unserem Gebirge, wo die Streichrichtung bedeutend von jener Hauptrichtung NW—SE abweicht. Daß auch dann vielfach die isomagnetischen Kurven mit den Streichrichtungen der injizierten Schiefer parallel laufen, dafür haben wir eine ganze Reihe von Beispielen kennen gelernt: im Gebiete des Hohen Bogen; an der Grenze Schuppengneis-Glimmerschiefer; in der Gegend von Passau; im Graphitgebiete.

Das Auftreten von örtlichen Störungen des erdmagnetischen Feldes wurde bereits mehrfach in Zusammenhang mit geotektonischen Linien gebracht, z. B. von E. Naumann: „Die Erscheinungen des Erdmagnetismus in ihrer Abhängigkeit vom Bau der Erdrinde.“ Stuttgart, Encke 1887: Und zwar sollen es die geotektonischen Linien als solche sein, welche den Gang der erdmagnetischen Elemente beeinflussen. Man wird jedoch der Wahrheit näher kommen, wenn man diesen geotektonischen Linien nicht die unmittelbare, sondern nur eine mittelbare Wirkung zuerkennt. Ich meine folgendermaßen:

Die Vorgänge, durch welche sich einstmals jene Linien bildeten, haben auch die Nachbargesteine weitgehendst mitverändert und deren Hauptrichtungen das Gepräge verliehen. Die Druckrichtungen bestimmten die Orientierung der einzelnen Bestandteile z. B. der Glimmerblättchen, der Magnetitkrystalle usw. Die Glimmer im Gneis, in den Eruptivgesteinen sind vielfach mehr oder weniger eisenhaltig.

Durch den gewaltigen Druck, der bei der Ausbildung solcher geotektonischer Linien zur Entfaltung kam, wurden die Gesteine hoch erhitzt. Nun aber kann man bei manchen Mineralien z. B. eisenhaltigen Magnesiaglimmern durch Glühen polaren Magnetismus künstlich hervorbringen. S. Linke, Handwörterbuch der Naturwissenschaften VI, S. 558. Hier

sei auch auf folgenden Versuch von Prof. Dr. Brunner-Passau hingewiesen, worüber derselbe an anderer Stelle berichten wird. Er erhitzte Biotit aus Gneisen der Deggendorfer Gegend unter Luftabschluß auf 900°.

Wurden die Glimmer nach der Abkühlung unter das Mikroskop gebracht, so sah man deutlich, daß viele der Blättchen einem unter dem Objektträger bewegten Magnetpol folgten, während die Teilchen vor der Erhitzung eine solche Wirkung nicht zeigten. Geschah die Erhitzung unter Luftzutritt, so blieb die magnetische Wirkung aus. Die ganz analoge Beobachtung konnte er bei Flinsgraphit-Blättchen aus dem Passauer Graphitgebiet machen.

Für das Verständnis vieler Fragen der Abhängigkeit der magnetischen Elemente vom geologischen Aufbau erscheint mir dieser Versuch von Bedeutung. Denn auch in der Natur wird dort, wo geotektonische Linien sich ausbildeten, durch die Druckkräfte usw. das Nachbargestein hoch erhitzt worden sein. Durch die Veränderungen, welche das Eisen und seine Verbindungen in den Glimmern hiebei erfuhr, war es nachher im Stande, die normale Verteilung des Erdmagnetismus zu ändern. Dieser Einfluß wird dort, wo bestimmte Hauptrichtungen ausgezeichnet sind, wie in Gneisen, besonders hervortreten: auf lange Strecken ein Parallel-Gehen der magnetischen Kurvensysteme mit jenen Richtungen. Dort aber, wo solche Richtungen fehlen, wie in Eruptivgesteinen, werden zwar auch starke Störungen des normalen Feldes auftreten, aber von Ort zu Ort sehr verschieden sein, je nach dem Grade der Umbildung der eisenführenden Glimmer etc. bei dem Empordringen und je nach dem Maße der Veränderungen, welche sie später erfuhren. Das so wechselvolle Verhalten im Passauer Granitmassiv läßt sich so einigermaßen begreifen.

Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 1. Abhandlung

Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens

III. Forschungen in der Baharije-Oase und anderen Gegenden Ägyptens

von

Clemens Lebling

Mit 16 Abbildungen im Text und 3 Tafeln

Vorgelegt am 21. Juni 1919

München 1919
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 2. Abhandlung

Vergleichend anatomische Untersuchungen über den Darmkanal fossiler Fische

von

L. Neumayer

Mit 4 Tafeln

Vorgelegt am 12. Juli 1919

München 1919
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 3. Abhandlung

Die Biegungsflächen einer gegebenen Fläche

von

F. Lindemann

Vorgetragen am 5. Februar 1921

München 1921
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 4. Abhandlung

Die Hipparionenfauna von Veles in Mazedonien

von

Max Schlosser

Mit 2 Tafeln

München 1921
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 5. Abhandlung

Über die
systematische Deutung und die stratigraphische Stellung der ältesten Versteinerungen Europas und Nordamerikas mit besonderer Berücksichtigung der Cryptozoen und Oolithe.

III. Teil:

Über Oolithe.

Nachgelassenes Manuskript von **August Rothpletz,**
ergänzt durch eine von Rothpletz testamentarisch
veranlaßte biologische Untersuchung rezenter Oolithe
von **Karl Giesenhagen.**

Mit 1 Tafel und 12 Textfiguren.

Vorgelegt am 3. Dezember 1921

München 1922
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 6. Abhandlung

Die Erdbeben Bayerns

I. Teil

Von

Hans Gießberger

Vorgelegt am 4. Februar 1922

München 1922
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)



Abhandlungen
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Mathematisch-physikalische Klasse
XXIX. Band, 7. Abhandlung

Erdmagnetische Messungen im bayerischen Walde

1908 bis 1913

Von

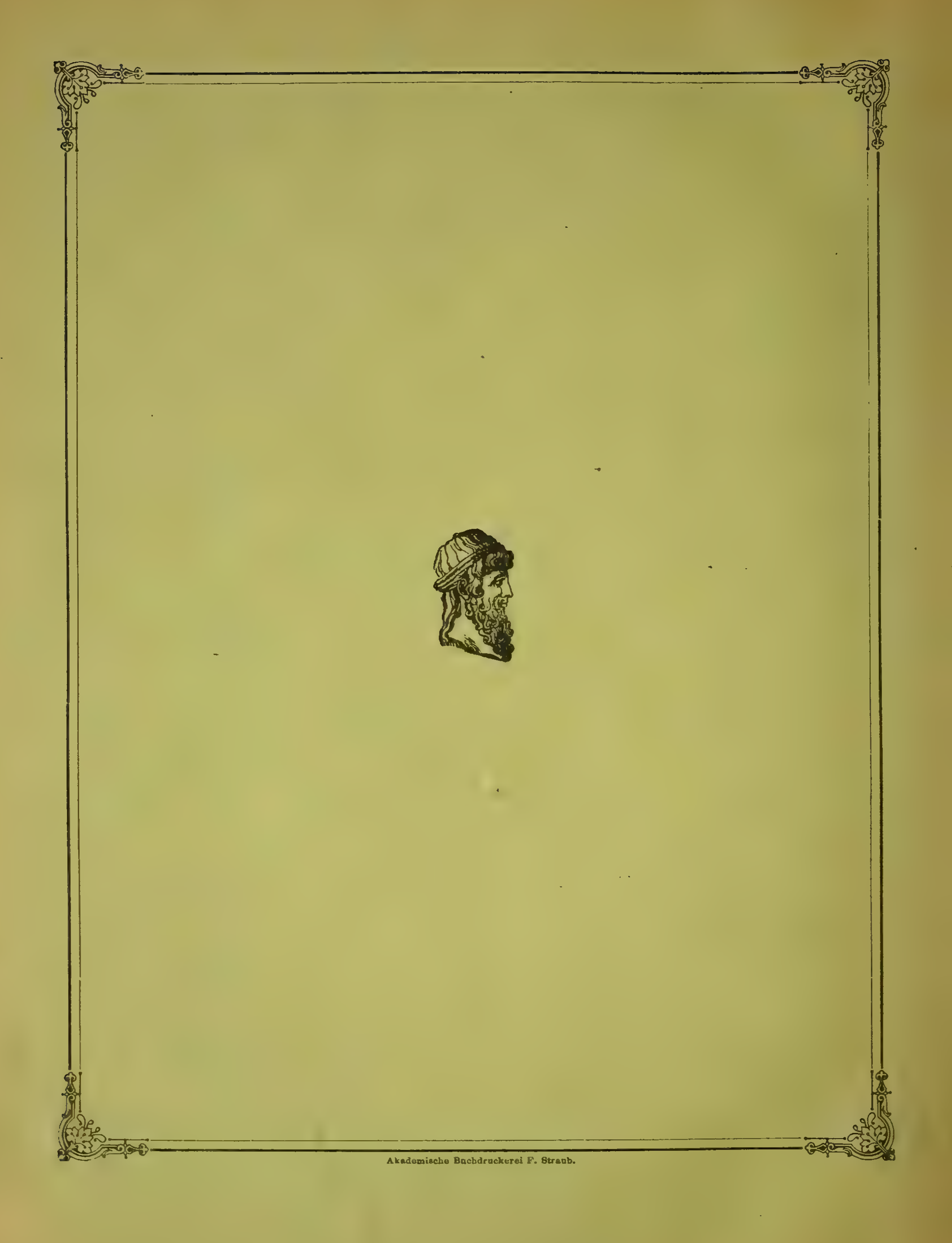
K. Stöckl

Vorgelegt am 4. Februar 1922

München 1922
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in Kommission des G. Franzschen Verlags (J. Roth)







Akademische Buchdruckerei F. Straub.










1919-22
Meth.Phys.Klesse
AUG 29 1967
4to.green
5.06 (43.36) M 2


AMNH LIBRARY
100187903